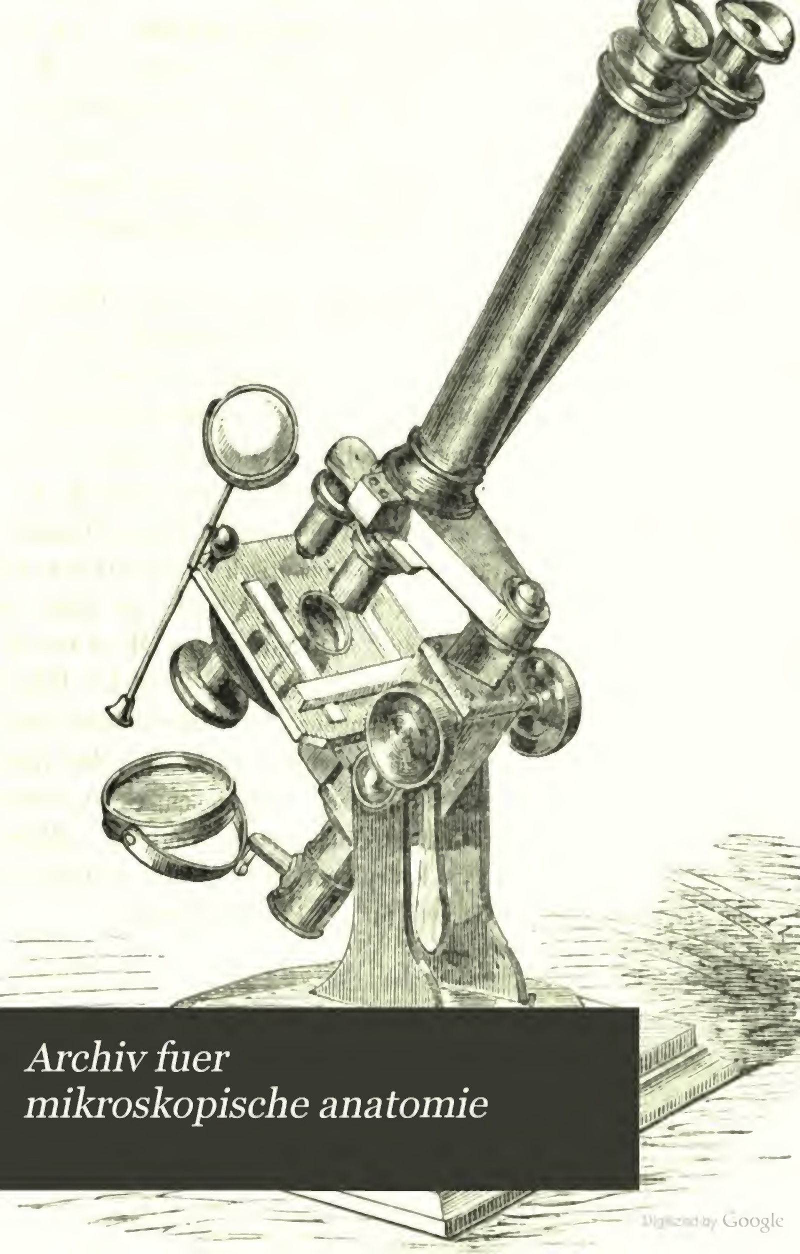


Archiv fuer mikroskopische anatomie

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

Max Schultze,
Professor der Anatomie und Director des Anatomischen Instituts
in Bonn.

Erster Band.

Mit 26 zum Theil colorirten Tafeln.

Bonn,
Verlag von Max Cohen & Sohn.
1865.

Inhalt.

Seite.

Ein heizbarer Objecttisch und seine Verwendung bei Untersuchungen des Blutes. Von Max Schultze. Hierzu Taf. I und II . . 1

Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken. Von Fr. Leydig in Tübingen 43

Ueber eine neue Art amöboider Zellen. Von v. la Valette St. George. Hierzu Taf. III 68

Ueber eine neue Einrichtung des Schraubenmikrometers. Von Hugo von Mohl 79

Ueber das Nervensystem der Bärenthierchen, Arctiscoidea *C. A. S. Schultze* (Tardigraden *Doyère*), mit besonderer Berücksichtigung der Muskelnerven und deren Endigungen. Von Privatdozent Dr. Richard Greeff in Bonn. Hierzu Taf. IV . . . 101

Zur Kenntniss der Leuchtorgane von Lampyris splendidula. Von Max Schultze. Hierzu Taf. V und VI 124

Zur Histologie der Cestoden. Von Prof. Eduard Rindfleisch in Zürich. Hierzu Taf. VII, Fig. 1—3 138

Ueber die Randbläschen der Hydroidquallen. Von Fritz Müller. Hierzu Taf. II, Fig. 4 143

Injectionsmassen von Thiersch und W. Müller 148

Beobachtungen über den Bau des Säugethier-Eierstockes. Von Prof. Wilhelm His in Basel. Hierzu Tafel VIII—XI . . . 151

Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Von L. Cienkowski. Hierzu Taf. XII—XIV. 203

Untersuchungen über die Entwicklung des Harn- und Geschlechtssystems. Von Dr. C. Kupffer in Dorpat. Hierzu Taf. XV . . . 233

Ueber Phreoryctes Menkeanus *Hoffm.* nebst Bemerkungen über den Bau anderer Anneliden. Von Fr. Leydig in Tübingen. Hierzu Taf. XVI—XVIII 249

Ueber die epidermoidale Schicht der Froschhaut. Vorläufige Mittheilung von Dr. M. Rudneff aus St. Petersburg 295

cussion allgemein wichtiger Fragen der Gewebelehre anzuregen und die Uebersicht über das ganze Gebiet zu erleichtern.

Dass das Archiv daneben auch auf den technischen Theil der Mikroskopie Rücksicht zu nehmen beabsichtigt, wird, wie ich hoffe, schon desshalb Beifall finden, weil noch keine Zeitschrift in Deutschland diese Aufgabe speciell in ihr Programm aufgenommen hat.

Es ist ein grosses Vergnügen zu bemerken, wie viele rüstige Arbeiter heutigen Tages auf dem Felde der mikroskopischen Anatomie thätig sind. Weit entfernt zu glauben, dass mit der Zunahme ihrer Zahl auch die Zahl der zur Publikation ihrer Arbeiten bisher benutzten Journale vermehrt werden müsse, ermuthigt mich doch jene Bemerkung in meinem Unternehmen, dessen Gelingen ja ganz von der Unterstützung jener Mikroskopiker abhängt. Doch nicht zufrieden mit den zustimmenden und aufmunternden Aeusserungen einiger näherer Freunde habe ich an eine Anzahl bewährter und hervorragender Forscher die directe Aufforderung zu richten mir erlaubt, sich darüber auszusprechen, ob sie die neue Zeitschrift mit Beiträgen zu unterstützen geneigt seien. Ich darf die Namen der Männer, welche bisher zustimmend antworteten, hier nennen: de Bary, Berlin, Brücke, V. Carus, Cienkowsky, F. Cohn, Dippel, Donders, A. Ecker, Eberth, Frey, Funke, Gegenbaur, Gerlach, Haeckel, Harting, Heidenhain, Hensen, His, Hoffmeister, Klebs, Kölliker, Krohn, Kühne, Kupffer, R. Leuckart, Leydig, Ludwig, Luschka, H. v. Mohl, Fritz Müller, Naegeli, Pagenstecher, Pflüger, Pringsheim, v. Recklinghausen, Rindfleisch, Rollet, J. Sachs, O. Schmidt, C. A. S. Schultze, v. Siebold, Stein, Thiersch, M. Traube, Troschel, v. la Valette, Waldeyer, O. Weber, Weismann, Welcker, und fordere nun die Genannten und alle diejenigen, welche Lust haben sich anzuschliessen auf, Beiträge einzusenden.

Noch sei bemerkt, dass das Archiv neben den Originalaufsätzen, denen sich hie und da kurze Uebersichten über die Fortschritte auf diesem oder jenem Gebiete der mikroskopischen Anatomie anschliessen sollen, nach Bedürfniss auch Auszüge und Besprechungen einzelner hervorragender Erscheinungen der ausserdeutschen einschlägigen Literatur bringen wird.

M. Schultze.

DRUCK VON CARL GEORGI IN BONN.

Ein heizbarer Objecttisch und seine Verwendung bei Untersuchungen des Blutes.

Vom

Herausgeber.

Hierzu Taf. I und II.

Die Untersuchungen, welche ich über den Einfluss einer über die Zimmerwärme gesteigerten Temperatur auf die Körpersubstanz der Rhizopoden und auf die Bewegungen des Protoplasma der Pflanzenzellen anstellte, über welche ich in meiner Schrift »Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig 1863« berichtet habe, brachten mich auf den Gedanken, einen Apparat zu construiren, mit Hülfe dessen es möglich würde, das Object bei beliebigen messbaren, zu- und abnehmenden, sowie auch constant zu erhaltenden Temperaturgraden zu beobachten. Das Bedürfniss, mikroskopische Präparate während der Beobachtung zu erwärmen, ist von manchem Mikroskopiker empfunden worden[1]), wie genügsam man aber in seinen

---

1) Ich erwähne hier als eines der ersten Versuche, das Object während der Beobachtung zu erwärmen, der Experimente meines Vaters über den Einfluss höherer Temperaturgrade auf die Schnelligkeit der Molekularbewegung (C. A. S. Schultze, Mikroskop. Unters. über des Herrn Rob. Brown Entdeckung lebender selbst im Feuer unzerstörbarer Theilchen in allen Körpern und über Erzeugung der Monaden, Freiburg 1828, p. 17). Mein Vater bediente sich der zur Beleuchtung opaker Gegenstände den Mikroskopen beigegebenen Convexlinse als Brennglas. Aus neuester Zeit liegen einige hierhergehörige Versuche vor von Schweigger-Seidel (Virchow's Archiv Bd. XXVII, p. 486) und von Rollet (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Wien Bd. L, 1864. Ueber die successiven Veränderungen, welche electr. Schläge an d. rothen Blutkörperchen hervorbringen. Sep. p. 15). Beide benutzten einen gefensterten Streifen von Eisenblech, der an einer über den Objecttisch hinausragenden Seite erwärmt wurde.

Ansprüchen gegenüber den zu verwendenden Apparaten war, lehren die bezüglichen Angaben und die neuesten Handbücher der Mikroskopie [1]). In keinem Falle war auch nur auf eine ungefähre Bestimmung des Temperaturgrades durch Thermometer Rücksicht genommen. Ohne eine solche war aber jeder Erwärmungsapparat für unsere Zwecke so gut wie unbrauchbar.

Der heizbare Objecttisch, welchen ich von dem Mechaniker Herrn Geissler hierselbst anfertigen liess, und welcher sich als ein sehr wichtiges Hülfsmittel bei vielen Untersuchungen bewährt hat, ist dazu bestimmt, auf den gewöhnlichen Objecttisch eines Mikroskopes aufgesetzt zu werden, den er etwa um 1 Centimeter erhöht (vergl. Taf. I, Fig. 1, wo derselbe von unten in halber natürlicher Grösse abgebildet ist). Derselbe besteht aus einer ungefähr hufeisenförmigen Messingplatte von 1—2 Millimeter Dicke. Der mittlere Theil hat die Ausdehnung und Form eines recht grossen gewöhnlichen Objecttisches und verlängert sich nach beiden Seiten in 3 Cm. breite Arme, welche nach kurzem Verlaufe in rechtem Winkel nach vorn umbiegen und von da an noch eine Länge von 17—20 Cm. besitzen. Unter ihnen brennen behufs der Erwärmung des Objecttisches Spirituslampen. Die Länge der Arme ist so gewählt, dass bei Erhitzung ihrer Enden durch kleine Flammen die Mitte des Objecttisches ungefähr Körperwärme, also 35—40° C. annimmt. Diese Mitte ist von kleiner Blendungsöffnung durchbohrt, welche bei der Befestigung des heizbaren Objecttisches jedesmal genau zu centriren ist. An die untere Seite des Tisches sind seitlich zwei von vorn nach hinten laufende viereckig-prismatische Holzleisten (a a) befestigt, mittelst deren er auf dem eigentlichen Objecttisch des Mikroskopes ruht und durch welche eine Mittheilung der Wärme an letzteren, zugleich eine Be-

---

1) Man vergl. u. A. Harting, das Mikroskop, deutsch von Theile, 1859, p. 429. Schacht, das Mikroskop, 3. Aufl. 1862, p. 79. Beale, how to work with the microscope, 3 edit. 1865, p. 129, Taf XXXV, Fig. 158. Frey übergeht in seinem schätzbaren Buche über das Mikroskop, Leipzig 1863, die künstliche Erwärmung gänzlich mit Stillschweigen. Chevalier's pyrochemischer Apparat, dessen Harting a. a. O. Erwähnung thut, ist nur an dem Universalmikroskop von Chevalier anwendbar, welches so gestellt werden kann, dass der Tubus und die Objectivlinsen unter den Objecttisch zu stehen kommen. Er findet sich abgebildet bei Chevalier, Des microscopes et de leur usage, Paris 1839, Pl. 4, fig. 3 bis und bei Jul. Vogel. Anleitung z. Gebrauche des Mikroskopes und der zoochemischen Analyse. Leipzig 1841, Taf II, Fig. 6.

rührung des in der Mitte unter dem Tisch angebrachten Thermometerkastens mit dem unteren Objecttisch verhindert wird. Das Thermometer besteht aus einem spiralgewundenen, die Blendungsöffnung umkreisenden Quecksilberbehälter von zwei vollständigen Spiraltouren, aus welchem sich die Thermometerröhre nach vorn erhebt, um an eine aus starkem Messing gearbeitete, durch Schrauben an den Tisch befestigte Skala (c) zu gelangen, deren vorderer Seite sie anliegt. Die Skala steht schief nach vorn und aufwärts, so dass der Stand des Quecksilbers während der mikroskopischen Beobachtungen leicht abgelesen werden kann, und ist in ganze Grade nach Celsius getheilt. Die Quecksilberspirale muss der unteren Fläche des messingnen Tisches womöglich mit einer abgeplatteten Fläche genau anliegen, um deren Temperatur schnell aufzunehmen, und ist in einen niedrigen Kasten von Messingblech eingeschlossen, welcher eine Verletzung derselben hindert, vor Abkühlung bewahrt, und indem er die Temperatur des Objecttisches annimmt, das Thermometer auch von unten her erwärmt. In die Mitte des Kästchens ist eine conisch ausgedrehte, innen geschwärzte Blendung eingesetzt etwa von den Dimensionen der Hartnack'schen Cylinderblendungen.

Zur Befestigung des heizbaren Tisches kann man sich der an den Hartnack' und Zeis'schen Mikroskopen im Objecttisch angebrachten, zur Aufnahme der selten gebrauchten Messingklemmen bestimmten beiden Oeffnungen bedienen. Entsprechend der Entfernung derselben von einander und mit genauester Berücksichtigung der Centrirung der Blendungsöffnung lässt man in den heizbaren Tisch ein Paar in die gedachten Löcher passender Stäbe einschrauben. Oder man benutzt Klemmschrauben, wie sie Herr Geissler dem Apparat beigiebt, um den Tisch in der Gegend von e e an den Objecttisch anzuschrauben. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die auf die obere Seite des Tisches übergreifenden Blätter der Klemmschrauben bei Verschiebung der Objectträger sehr hinderlich werden können, desshalb passend in Ausschnitte der Messingplatte eingelassen werden. Natürlich muss der Objecttisch des Mikroskopes so breit sein, dass der heizbare Tisch mittelst der Holzleisten a a auf ihm ruhen könne. Die Entfernung dieser letzteren von einander beträgt circa 6 Cm., so dass ein 6—7 Cm. breiter Objecttisch wie die Hartnack' und die grösseren wie mittleren Zeis'schen Instrumente ihn haben, keine Hindernisse der Befestigung bietet.

Die Beobachtung feuchter Objecte bei erhöhter Temperatur

bringt natürlich eine schnelle Verdunstung der Flüssigkeit mit sich, in welcher das Object enthalten ist. Um die daraus entstehenden Unbequemlichkeiten und das Object störenden Einflüsse zu vermeiden, beobachtet man in der von v. Recklinghausen empfohlenen feuchten Kammer[1]). Die Einrichtung, wie ich, ganz im Anschluss an v. Recklinghausen, dieselbe benutze, ist in Fig. 2 auf Taf. I abgebildet und besteht 1) aus einem abgesprengten unteren Stück eines Lampencylinders, dessen oberer engerer Theil genau der Dicke des Tubus entspricht, ohne jedoch den auf- und absteigenden Bewegungen des letzteren hinderlich zu sein, 2) aus einem Objectträger von dünnem Spiegelglas von 7 Cm. Länge und 6 Cm. Breite. Auf diesem ruht der 5 Cm. im Durchmesser haltende untere Theil des Lampencylinders mit glatt polirtem Rande. Ist das Präparat in der Mitte des Objectträgers angefertigt und der Tubus in die obere Oeffnung des Lampencylinders gesteckt, wie die Figur zeigt, so bleibt zwischen Präparat und Rand des Glascylinders Raum genug zur Verschiebung des Präparates, welche nur bei Anwendung ungewöhnlich grosser Deckgläser nach dieser oder jener Richtung gehindert sein könnte. Um den inneren Raum der Kammer mit Wasserdunst dauernd zu erfüllen genügt es, vor dem Anfang der Beobachtung einen doppelten Streifen Fliesspapier mit destillirtem Wasser benetzt der inneren Oberfläche des Lampencylinders anzulegen, welchem man jedoch passend nur die Länge von Dreiviertel des Umkreises giebt, um ein Viertel der Glaswand zum ungehinderten Einblick in die feuchte Kammer frei zu behalten. Durch ein Beschlagen der unteren Objectivlinse mit Wasserdampf, welches man erwarten könnte, bin ich bei Beobachtungen mit starken Vergrösserungen und bei Anwendung eines Deckglases nie gestört worden. Durch die Anwendung der feuchten Kammer wird nebenbei jeder die Temperatur des Objectes möglicher Weise beeinflussende Luftzug abgehalten, und empfiehlt sich die Einrichtung demnach auch als trockne Kammer, für den Fall es sich um Beobachtung trockner Objecte bei bestimmten Temperaturgraden handelte.

Nach dem oben Angeführten wird der Tisch des Mikroskopes durch den neuen Apparat um etwa 1 Cm. erhöht, folglich die Entfernung zwischen Spiegel und Object um ebensoviel vergrössert. Da diese Entfernung, wie die einfachsten Controllversuche lehren, nicht gleichgültig für die Helligkeit und Klarheit des mikroskopischen

1) Virchow's Archiv etc. Bd. XXVIII, 1863, p. 162.

Bildes, namentlich bei Anwendung sehr starker Vergrösserungen ist, so wird es nöthig, falls bei guter Form der Blendungseinrichtung die Schärfe des Bildes zu wünschen übrig lassen sollte, den Spiegel des Mikroskopes um so viel höher zu rücken, als der Objecttisch erhöht worden ist.

Man überzeugt sich nun leicht durch Heizversuche mittelst kleiner unter die Arme des heizbaren Tisches gestellter Spirituslampen, dass die Temperatur der Mitte des Objecttisches je nach der Entfernung der Lampen von derselben auf höheren oder niederen Graden nahezu constant erhalten werden kann. Für die Körpertemperatur, bei welcher anhaltend fortgesetzte Beobachtungen auszuführen vielfach Veranlassung vorliegt, genügen kleine unter die äussersten Enden der Arme gesetzte Lampen, an denen man regulirt, bis das Thermometer 30—40° C. dauernd anzeigt. Um diesen Effect sicher zu erreichen, ist es gerathen, bei den angegebenen Längendimensionen die Dicke des Objecttisches nicht über 1½ Mm. zu wählen. Bei grösserer Dicke müssten die Arme noch um einige Centimeter verlängert werden.

Aber entspricht die an der Skala abgelesene Temperatur wirklich derjenigen der genauen Mitte des Objecttisches, also derjenigen des mittleren Theiles des mikroskopischen Präparates, welches jedesmal im Gesichtsfelde liegt?

Um diese Frage beantworten zu können, bedarf es einiger Controllversuche. Liegt der Quecksilberbehälter des Thermometers der unteren Fläche des Objecttisches möglichst genau an, wovon man sich durch Abschrauben des ihn bergenden Kästchens leicht überzeugen kann, und ist ferner die Blendungsöffnung möglichst klein gewählt [1]), so ist bei langsamem Heizen eine bedeutende Differenz im Gange des Thermometers und der Temperatur des Objectes nicht zu erwarten, wie ich mich nach Prüfung einer Anzahl von Geissler gefertigter Apparate überzeugt habe. Dennoch wird jeder Apparat besonders zu reguliren sein. Zur Prüfung empfiehlt sich die Beobachtung des Schmelzpunktes von Fetten, von denen man im flüssigen Zustande ein mikroskopisches Präparat anfertigt, nachdem man vorher den Schmelzpunkt auf andere Weise genau bestimmt hat. Ich bediente mich zunächst des Paraffins, und liess von dem-

1) Es würde mit wenig Umständen verbunden sein, verschieden weite Blendungen nach Art der Hartnack'schen zum Einlegen und Wechseln anfertigen zu lassen.

selben ein wenig im flüssigen Zustande in ein Haarröhrchen eintreten. Nach dem Erkalten brachte ich dasselbe neben ein Thermometer, dessen Gang mit dem meines heizbaren Objecttisches übereinstimmte, in ein Wasserbad, dessen Temperatur langsam bis zur Verflüssigung des Paraffins gesteigert wurde. Die im Momente derUmwandlung des undurchsichtigen festen Paraffinfadens in einen durchsichtigen, flüssigen beobachtete Temperatur wurde notirt, sie betrug bei dem von mir verwandten Paraffin nach mehreren übereinstimmenden Versuchen 51—52° C. Von demselben Paraffin wurde nun ein Tropfen auf dem Objectträger unter Deckgläschen und nach dem Erkalten zur mikroskopischen Beobachtung auf den heizbaren Objecttisch gebracht, vor Luftströmungen aber durch die oben beschriebene Glaskammer geschützt. Beim Heizen gebrauchte ich die Vorsicht, die Temperatur nicht zu schnell zu steigern, namentlich zwischen 40 bis 50° ein schnelleres Anwachsen der Temperatur zu vermeiden, damit eine gehörige Ausgleichung stattfinden könne, d. h. ich rechnete auf die Steigerung von 40 auf 50° die Zeit von mindestens 5 Minuten. Ich nenne eine solche Steigerung langsames Heizen. Gewöhnlich traf es sich nun, dass ich die Temperatur bis 53 oder 54° wachsen lassen musste, ehe eine Verflüssigung des Paraffins in der Mitte des Objecttisches eintrat. Während am Rande des Deckglases das Fett schon geschmolzen war, persistirten in der Mitte über der Blendungsöffnung die Krystalle noch einige Zeit, und es begegnete wohl, dass wenn eine verflüssigte Stelle vom Rande her in das Gesichtsfeld geschoben wurde, hier sofort Krystallisation eintrat, trotzdem das Thermometer auf 53° stand. Diese Ungleichheit wuchs sehr auffallend mit der Vergrösserung der Blendungsöffnung, nahm dagegen ab mit der Verkleinerung derselben. Es erhellt, dass die durch die Blendung von unten her an den Objectträger gelangende kältere Luft die Uebereinstimmung im Gange des Thermometers und in der Temperatur des Objectes stört, so dass es hiernach geboten ist, die Blendungsöffnung möglichst klein zu wählen.

Es lässt sich nicht verkennen, dass die schlecht leitende Paraffinschicht unter dem Deckgläschen einer gleichmässigen Vertheilung der Wärme minder günstig sei, als ein in Wasser oder einer wässerigen Flüssigkeit beobachtetes mikroskopisches Präparat gewöhnlicher Art. Um den Versuch daher in günstigerer Weise vergleichbar zu machen, fertigte ich durch Schütteln erwärmten Gummischleimes mit flüssigem Paraffin eine Emulsion an, in welcher sich nach ihrem Er-

kalten massenhaft kleinste Paraffinkügelchen vertheilt fanden. Diese, zum Theil nicht grösser als ein Blutkörperchen und von wässeriger Flüssigkeit umgeben, bildeten nun ein vortreffliches Probeobject, da an ihnen der Uebergang aus dem starren, krystallinischen in den flüssigen Zustand fast momentan vollendet ist. Als ein solches Präparat in der feuchten Kammer langsam erwärmt wurde, zeigte sich, dass auf demselben Objecttisch, auf welchem das Schmelzen des Paraffins vorher bei 53—54° beobachtet worden, die Verflüssigung jetzt bei 51—52° eintrat und dass ein Unterschied in der Temperatur der Mitte des Präparates und der Ränder, vorausgesetzt dass eine recht kleine Blendungsöffnung angewandt worden, kaum mehr zur Wahrnehmung kam. Hiernach ist also jedenfalls die Prüfung mittelst in Wasser suspendirter kleiner Paraffintheilchen der erstbeschriebenen Methode bei weitem vorzuziehen.

Nicht alle Exemplare des heizbaren Objecttisches, welche durch meine Hände gegangen sind, zeigten dieselbe Uebereinstimmung. Der häufigere Fehler war, dass das Thermometer die Temperatur etwas früher anzeigte, als das Präparat, so zu sagen v o r g i n g. Diesem Uebelstande ist durch das Einschieben eines Blättchens dickeren oder dünneren Papieres zwischen Thermometer und untere Seite des Objecttisches abzuhelfen. Auch der umgekehrte Fall kam vor. Das Paraffin war geschmolzen, während das Thermometer erst 45° anzeigte. Als Grund der Differenz stellte sich heraus, dass die Spirale des Thermometers der Metallfläche des Objecttisches nicht dicht anlag. Um eine zu schnelle Erwärmung des Thermometers zu verhindern, liess ich statt des zum Schutz des Thermometers dienenden Kästchens von Messingblech ein solches von H o l z anfertigen. Das Thermometer ging jedoch wegen der mangelnden Erwärmung von unten in diesem Falle so bedeutend n a c h, dass ich diese Art der Construction aufgeben musste.

Nach dem Obigen wird man in den meisten Fällen im Stande sein, die etwaigen Mängel des heizbaren Objecttisches zu corrigiren. Natürlich kann man sich statt des Paraffins mancherlei anderer Substanzen bedienen. Ich wandte z. B. noch Stearinsäure an, deren Schmelzpunkt bei 52—53° C. lag. Wir werden ferner weiter unten hören, dass die rothen Blutkörperchen in jedem Tropfen frischen Blutes ein vortreffliches Probeobject für den heizbaren Objecttisch darstellen.

Ich komme nach dieser Beschreibung des neuen und bei vielen

mikroskopischen Untersuchungen mit Vortheil zu verwendenden Apparates zum zweiten Theile meiner Arbeit, zur Beschreibung einiger Beobachtungen an lebendigen Geweben, bei denen ich mich des heizbaren Objecttisches bediente. Die erste Anwendung machte ich von demselben, um die geformten Elemente des menschlichen Blutes genauer zu studiren, und so mögen denn auch die auf diese Flüssigkeit bezüglichen Beobachtungen hier an erster Stelle folgen. Ich verspare es auf einen zweiten Aufsatz, über die anderweitigen Versuche, die ich anstellte, zu berichten.

Es ist in der That erstaunlich, dass bisher kein Mikroskopiker auf den Gedanken gekommen zu sein scheint, das Blut des eigenen Körpers oder anderer warmblütiger Wesen methodisch bei Körperwärme zu untersuchen. Nehme ich einige Angaben von Klebs [1]), von Rollet [2]) und von Beale [3]) aus, welche sich auf den Einfluss gesteigerter Temperatur auf das Blut des Menschen und einiger Thiere beziehen, aber keinen Anspruch darauf machen, die Erscheinungen, wie sie das lebendige Blut bietet, genauer zu zergliedern, so fehlen, so viel ich weiss, bezügliche Angaben gänzlich. Auch die genannten Forscher beschränkten sich auf Beobachtungen an rothen Blutkörperchen, von denen Klebs meldet, dass er die schüsselförmigen, zu Geldrollen gruppirten des Menschenblutes und des Blutes einiger Thiere bei Erwärmung auf die Temperatur des Körpers unter Verhinderung der Verdunstung zackig werden sah, welche Veränderung er aus einer lebendigen Contractilität der Substanz des Blutkörperchens ableitet. Die Art der Erwärmung beschreibt uns Klebs in seiner kurzen Mittheilung nicht. Rollet giebt an, dass er mit Hülfe eines auf den Objecttisch des Mikroskopes auf Korkunterlagen ruhenden Streifen Eisenbleches, der an einer Seite den Objecttisch überragend hier durch eine Spirituslampe erwärmt wurde [4]), succes-

1) Centralblatt f. d. medicin. Wissenschaften 1863. No. 54.

2) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Wien, 14. Juli 1864. Ueber die successiven Veränderungen, welche electr. Schläge an rothen Blutkörperchen hervorbringen. Separatabdr. p. 15.

3) Quarterly journ. of microsc. science, Jan. 1864. No. XIII. Transact. of the micr. society p. 36.

4) Ich bemerke hier, dass mein heizbarer Objecttisch, welcher ein vervollkommneter Rollet'scher genannt werden könnte, in keiner genetischen Beziehung zu letzterem steht. Ich zeigte den meinigen in der hiesigen niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde schon am 8. Juni 1864 (vergl. die Sitzungsberichte, reproducirt in der Berliner klinischen Wochen-

sive Veränderungen der Frosch- und Säugethierblutkörperchen beobachtet habe, welche unter Uebergängen aus der Dumbbell- und Eiform zur Kugelform führten, ganz ähnlich wie solche Veränderungen durch heftige electrische Schläge entstehen. Durch Anwendung des Wasserbades überzeugte sich Rollet dann weiter, dass der Eintritt der Formveränderungen zwischen 45 und 54° C. fällt und bei 60° C. vollendet ist, für die Säugethierblutkörperchen lag die Temperatur niedriger, bei 40—45° C. Beale endlich, welcher am angeführten Orte über die Natur der rothen Blutkörperchen handelt und, wie es scheint, ohne von den Arbeiten Rollet's eine Kenntniss zu haben, zu dem Resultate kommt, dass den rothen Blutkörperchen eine Membran unmöglich zugesprochen werden könne, erwähnt, dass er bei Anwendung einer bis 100° gesteigerten Temperatur aus den Blutkörperchen des Frosches und Menschen Fäden und Kügelchen hervortreten sah, welche sich in lebhafter Molekularbewegung befanden. Beale warnt, diese Fäden, welche sich auch abgelöst noch bewegen, und von denen er meint, dass sie auch unter gewissen Umständen im Leben entstehen könnten, mit Monaden (Bacterien) zu verwechseln, welche sich bei gewissen Krankheiten vor dem tödtlichen Ausgange entwickeln sollen.

Mein Hauptaugenmerk bei Beobachtungen des Blutes war zunächst auf das Verhalten der farblosen Blutkörperchen gerichtet, von denen sich von vorn herein annehmen liess, dass sie bei ihrer Neigung zu selbstständigen Bewegungen, wie wir sie bekanntlich durch Lieberkühn's sorgfältige Beobachtungen [1]) zuerst genauer kennen gelernt haben, durch Temperaturdifferenzen des umgebenden Mediums in ähnlicher Weise beeinflusst werden würden, wie dies von dem Protoplasma der Pflanzenzellen von mir und Andern nachgewiesen war [2]). Der Erfolg entsprach vollständig den Voraussetzun-

schrift 1864, No. 36). Rollet machte die citirte Mittheilung am 14. Juli 1864 der Akademie zu Wien. Ich benutze diese Gelegenheit, einen in dem Sitzungsbericht in der gedachten Nummer der klinischen Wochenschrift enthaltenen spasshaften Druckfehler zu berichtigen. Es heisst im Original: »die farblosen Blutkörperchen kriechen wie Amoeben zwischen den rothen umher«; dem Setzer erschien es drastischer zu sagen: wie Ameisen! Und das hat Anklang gefunden, denn mir sind meine Blutkörperchen noch einmal anderswo sechsbeinig begegnet.

1) Joh. Müller's Archiv etc. 1854, p. 14.

2) M. Schultze, das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. 1863. p. 46. W. Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma. 1864. p. 100 ff. Jul. Sachs, Flora 1864, No. 3, p. 39, 49 ff.

gen. In einem unter Deckgläschen zu einer dünnen Schicht ausgebreiteten Tropfen frischen Blutes stellen sich, wenn die Temperatur des heizbaren Objecttisches auf 36—40° C. erhalten wird, so lebhafte Bewegungen der meisten farblosen Blutkörperchen ein, dass neben ihnen die bisher allein bekannte langsame Formänderung, welche dieselben Körperchen bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zeigen, als ein Zustand fast vollkommener Ruhe erscheint. Es sind Veränderungen, welche den fliessenden Bewegungen der kleinen Amoeben, die gewöhnlich als Amoeba diffluens bestimmt werden, an Lebhaftigkeit wenig nachgeben. Nicht nur, dass die Gestaltveränderungen sehr viel schneller ablaufen, als bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, auch der Character der Bewegung ist ein anderer. Während wir es bei 15—20° C. für gewöhnlich nur mit einem äusserst langsamen, so zu sagen planlosen Ausstrecken und Einziehen von Fortsätzen zu thun haben, beobachtet man jetzt Veränderungen, welche auf eine Ortsbewegung hinzielen. Das farblose Blutkörperchen schmiegt sich der Glasoberfläche dicht an und sendet ein oder mehrere wie tastend sich vorschiebende Fortsätze aus, denen nachfliessend die ganze Masse kriechend folgt. Oder der vorgeschobene Theil verdient eigentlich nicht den Namen eines »Fortsatzes«, es ist vielmehr ein breit vorrückender Vordertheil des Körperchens, welcher die andere hintere Hälfte nachschleppt. Kurz gesagt, die farblosen Blutkörperchen kriechen zwischen den rothen wie Amoeben umher, bald frei an der Oberfläche des Glases sich hinschmiegend, bald in einen Haufen rother Körperchen eintretend und die einzelnen auseinanderdrängend, um da oder dort sich einen Weg zu bahnen. Das im abgekühlten Blute glänzende, stark lichtbrechende und von ziemlich scharfem Contour begränzte kuglige oder nahezu kuglige Körperchen breitet sich während des Kriechens zu einer dünnen, stellenweise von den zartesten Contouren begränzten, vielgestaltigen Platte aus, welche hierhin und dorthin Fortsätze vorschiebt, die sich oft zu längeren Fäden ausziehen, um dann mit der ganzen Masse nachzurücken. Die feinkörnige Substanz des Körperchens, das Protoplasma, ist dabei in fortwährender, mit den Formveränderungen Hand in Hand gehender Bewegung, und wo, wie bei vielen farblosen Blutkörperchen, die Granula des Inneren stark lichtbrechend und einzeln leicht wahrzunehmen sind, bieten diese in ihrer wie fliessenden Bewegung auch schon bei mässig starker, circa 400maliger Vergrösserung ein deutliches Bild der inneren Veränderungen im Protoplasma. Auch die Kerne,

ein einfacher oder mehrfache, wie sie den meisten der farblosen Blutkörperchen zukommen, sind bei diesen Bewegungen manchmal zu verfolgen. Meist zeichnen sie sich bei gleicher Lichtbrechung wie das Protoplasma von diesem wenig scharf ab. Mit sehr guten und stark vergrössernden Linsen (Zeis F, Hartnack 9 und 10) erkennt man jedoch den Kern oftmals, wenn auch nur undeutlich begränzt, namentlich in den dunkel granulirten Körperchen, wo er sich als heller Fleck zu erkennen giebt, und hier kann man seine von den Formveränderungen abhängigen Wanderungen von einem Ende der Zelle zum anderen beobachten. Wie fest die Körperchen während des Kriechens an der Glaswand haften, geht aus dem Widerstande hervor, den sie den Strömungen des Plasma, durch welche die rothen Körperchen fortgeführt werden, entgegensetzen. Bei der Beobachtung auf dem warmen Objecttisch entstehen oft plötzlich sehr lebhafte Strömungen in dem Präparate, wahrscheinlich bedingt durch eine da oder dort am Rande des Deckgläschens lebhafter vor sich gehende Verdunstung. Bei solchen, das ganze Gesichtsfeld in die grösste Aufregung versetzenden Bewegungen sah ich die kriechenden Körperchen stets ihren Platz behaupten.

Aber wie bekannt sind nicht alle farblosen Blutkörperchen von gleicher Art und auch in dem Modus der Bewegungen kommen Verschiedenheiten vor. Die Unterschiede, welche auch dem flüchtigen Beobachter des Blutes nicht entgehen können, betreffen die Grösse. Dieselbe variirt ziemlich bedeutend. Vielfach besprochen ist ferner das Verhalten der Kerne, die bald gross und einfach, bald kleiner und zahlreich in einem farblosen Blutkörperchen angetroffen werden. Endlich findet man, wie schon Wharton Jones[1]) hervorhebt, im Blute des Menschen wie der meisten Thiere fein und grob granulirte farblose Körperchen nebeneinander, ein Unterschied, dessen die späteren Beobachter meist nur sehr obenhin Erwähnung thun[2]).

Ich unterscheide in meinem und dem Blute einiger anderer Personen folgende Arten farbloser Körperchen oder Zellen (vergl. Fig. 3—9 Taf. II. Vergröss. 700). Ich beginne mit den kleinsten Formen (Fig. 3), deren Grösse die der rothen Blutkörperchen nicht er-

1) Philosophical transactions 1846, I, p. 82.

2) Für das Blut des Frosches hat Rindfleisch das Verdienst, auf das constante Vorkommen dieser Modification der farblosen Zellen, die er Körnchenzellen nennt, nachdrücklichst aufmerksam gemacht zu haben (Experimentalstudien über d. Histologie des Blutes. Leipzig 1863).

reicht, oft sogar ansehnlich geringer bleibt, wie eine Vergleichung mit den bei gleicher Vergrösserung in Fig. 1 abgebildeten rothen Blutscheibchen zeigt. Es sind kuglige Zellen mit sehr zarter äusserer Begrenzung, wenig körnig und in ihrem Lichtbrechungsvermögen nicht viel verschieden von der umgebenden Flüssigkeit. Schon ohne Zusatz von Reagentien unterscheidet man an ihnen einen grossen kugligen Kern, umgeben von einer sehr geringen Menge von Protoplasma. Die kleinsten dieser Körperchen, welche in meinem Blute vorkommen, und einen Durchmesser von 0,005 Mm. besitzen, gleichen an Grösse fast genau den Kernen der etwas grösseren, bei welchen letzteren eine dünne Rinde von Protoplasma auf der Oberfläche des Kernes unzweifelhaft vorhanden ist. Dass die kleinsten Formen des Protoplasma im Umkreise des Kernes ganz entbehren, möchte ich nicht behaupten, doch wird man ihnen nur eine verschwindend geringe Menge dieser Substanz zuschreiben können. In den grösseren dieser Körperchen habe ich öfter ohne Zusatz von Reagentien zwei nebeneinanderliegende und mit abgeplatteten Flächen einander berührende, also planconvexe Kerne und in jedem derselben ein deutliches Kernkörperchen gesehen. Das Protoplasma ist aber auch bei diesen, wie die Figur 3 lehrt, nur als dünne Rinde um den einfachen oder doppelten Kern vorhanden. Ueber die feinere Structur des Protoplasma lässt sich bei der sehr geringen Menge desselben nichts Genaueres aussagen. Einzelne erkennbare Körnchen fehlen meist, es ist nur eine leichte Trübung, welche eine Andeutung von körniger Beschaffenheit giebt. Diese die Grösse der farbigen Blutkörperchen nicht erreichenden farblosen Elemente zeigen auf dem warmen Objecttisch bei Körperwärme (38—40° C.) keine Bewegungen oder Gestaltveränderungen.

Diesen Formen reihen sich unmittelbar etwas grössere an, welche den Durchmesser der gewöhnlichen farbigen Körperchen besitzen oder noch etwas unter demselben bleiben. Ihr Protoplasma ist in ansehnlicherer Menge vorhanden, bei meist unverändertem Caliber des Kernes (Fig. 4). An diesen Körperchen stellen sich bei Körperwärme Formveränderungen ein, sie treiben kurze, meist zugespitzte Fortsätze und ziehen dieselben wieder ein. Zu eigentlich kriechenden Bewegungen sah ich sie nicht kommen. Ihr Protoplasma ist äusserst fein granulirt, von Molekularbewegung ist in demselben Nichts zu sehen.

Erst an dritter Stelle gelangen wir zu denjenigen farblosen

Blutkörperchen, welche man den bisherigen Beschreibungen gemäss als die typische Form bezeichnen kann. Sie stellen im ruhenden Zustande Kugeln dar von 0,009—0,012 Mm., also einem Durchmesser, welcher den eines farbigen Körperchens etwas, höchstens um die Hälfte übertrifft (Fig. 5a). Im frisch aus der Ader gelassenen Blute trifft man sie selten kuglig, es sind meist, wie in Fig. 5b gezeichnet, unregelmässig verzogene Formen. Die Granulationen des Protoplasma sind ausserordentlich fein, von Molekularbewegung ist an ihnen Nichts wahrzunehmen. Kerne sieht man nur ausnahmsweise blass durchschimmern, ein oder zwei, auch wohl mehr, deren Grösse, wenn sie in einfacher Zahl vorhanden sind, derjenigen des Kernes der kleineren Körperchen gleich ist, mit der Vermehrung der Kerne aber abnimmt. Höchst überraschend ist das Schauspiel, welches diese Körperchen bei Körpertemperatur auf dem warmen Objecttisch darbieten. Sobald bei langsamem Heizen die Temperatur des Bluttropfens auf dem warmen Objecttisch 35° C. erreicht hat und bis 38 oder 40°, auch etwas darüber, ansteigt, beginnen sie Bewegungen auszuführen, welche denen einer kriechenden Amoebe gleichen (vergl. Fig. 8). Das vorher kugelige, etwas glänzende, weil ziemlich stark lichtbrechende Körperchen breitet sich an der Oberfläche des Glases in die Fläche aus und erhält dadurch zunächst blassere Contouren. Aber die Ausbreitung findet nicht nach allen Richtungen hin gleichmässig statt. Es ist als wenn das Körperchen nach einer Richtung hin zerfliessen wollte, und nach dieser schiebt sich eine äusserst blasse, *feinzackig begränzte* Masse vor, während sich der stärker lichtbrechende, noch glänzende Theil langsam nachschiebt. Oder die Ausbreitung findet nach mehreren Richtungen zugleich statt und wird hier, wenn auch mit feinzackigem, wie auf der Oberfläche des Glases klebendem Rande vorrückend, langgestreckt fadenförmig, dort breit plattenförmig. Die Bewegung nach einem dieser Fortsätze gewinnt dann die Oberhand und das Körperchen kriecht jetzt, durch keinerlei Strömungen in der Blutflüssigkeit gestört, zwischen den ruhenden oder strömenden farbigen Blutkörperchen hin, weicht hier aus, zwängt sich dort durch eine Enge und nimmt in schneller Folge alle denkbar verschiedenen Gestalten an.

Ist an den ruhenden kugligen Körperchen über die feinere Structur des Protoplasma wenig auszumitteln, so bieten die flächenhaft ausgebreiteten, kriechenden Formen eine etwas befriedigendere Einsicht. Man unterscheidet mit den stärksten Vergrösserungen an

den vorrückenden, feinzackig begränzten Fortsätzen einen fast hyalinen Rand, eine äusserst blasse, körniger Structur, wie es scheint entbehrende Rindenschicht und in dem blasskörnigen Innern zwei offenbar verschiedene Arten von Körnchen, glänzende, wie es scheint etwas stärker lichtbrechende als die Grundsubstanz, doch nur ausnahmsweise so gross, dass man sie ringförmig begränzt, also messbar gross nennen könnte, und eine andere Art, welche ich für schwächer lichtbrechend als die Grundsubstanz halte, kleinere und grössere runde Bläschen, welche den Eindruck wie Vacuolen machen, welche wie Lücken in der Substanz aussehen, d. h. weder beim Heben noch Senken des Tubus glänzen. Diese kleinsten Vacuolen, denn als solche will ich sie schlechtweg bezeichnen, sind offenbar zum guten Theil Ursache des feingranulirten Ansehns der in Rede stehenden Blutkörperchen. Dass neben ihnen jedoch wirkliche Körnchen vorkommen, ist unzweifelhaft, und geht unter Anderem aus den Veränderungen hervor, welche Wasserzusatz an diesen Blutkörperchen hervorruft. Unter den Erscheinungen geringen Anschwellens verwandeln sie sich bekanntlich in helle Kugeln, in deren Innerem eine lebhafte Molekularbewegung kleinster Körnchen auftritt. Von einer solchen ist an den kriechenden Blutkörperchen Nichts zu sehen; die Consistenz des lebendigen Protoplasma scheint dieselbe nicht zu Stande kommen zu lassen.

Wenn ich eine dünne hyaline Rinde und ein körniges Innere an diesen Körperchen zu unterscheiden meine, so bin ich doch weit entfernt, eine scharfe Grenze beiderlei Substanzen anzunehmen. Eine solche dürfte sicher nicht vorhanden sein, wie denn überhaupt jeder Anschein einer Membran auf der Oberfläche dieser farblosen Blutkörperchen fehlt. Was die Kerne derselben betrifft, so sollte man meinen, müssten solche bei der Abplattung des Körpers während des Kriechens deutlicher zu erkennen sein. Dem ist jedoch in vielen Fällen nicht so. Wenn es mir auch wiederholt gelungen ist, einen, zwei oder drei Kerne im Innern wahrzunehmen, so waren die Grenzcontouren derselben doch immer sehr blass und manchmal gerade zu zweifelhaft; in anderen Fällen aber fehlte jede Andeutung eines Kernes. Es wäre aber sicher voreilig, daraus auf die Abwesenheit solcher Kerne zu schliessen. Wir wissen schon, dass dieselben sich in der Art ihrer Lichtbrechung kaum von dem Protoplasma lebender Zellen unterscheiden, und je dicker die den Kern umgebende Schicht des Protoplasma ist, um so schwerer hält es ersteren wahr-

zunehmen. Nun kommt es aber bei den kriechenden Blutkörperchen oft genug vor, dass neben den fast hyalinen, blassen, kriechenden, ausgebreiteten Fortsätzen ein dickerer, glänzender Theil des Zellenkörpers vorhanden ist, in welchem der Kern sich dem Beobachter entziehen kann. Und Verdünnung des Blutes mit schwacher Essigsäure lässt bekanntlich keinen Zweifel, dass wenigstens der bei weitem grösste Theil der farblosen Körperchen sicherlich mit einem oder mehreren Kernen ausgerüstet ist.

Haben wir hiermit eine Darstellung des Verhaltens der gewöhnlichsten Form der farblosen Blutzellen gegeben, so bliebe uns nun noch die Besprechung einer nicht seltenen Modifikation derselben übrig, welche ich im Anschluss an Wharton Jones die grob granulirte Form gegenüber der vorigen Art, der feingranulirten, nennen will. Zu allen Tageszeiten, wenn auch bezüglich ihrer Menge gleich den übrigen farblosen Blutzellen sehr variirend, finde ich in meinem und dem Blute anderer Personen spärlich farblose Zellen, welche sich durch eine mehr oder minder grosse, meist recht ansehnliche Menge kleiner, stark lichtbrechender, deutlich kugliger Körner auszeichnen, welche etwa den Glanz kleinster Fettkörnchen haben (vergl. Fig. 6 und 9). In der Ruhe von kugliger Form gleichen sie an Grösse den feingranulirten, d. h. übertreffen meistens die der rothen um ein Weniges. Lassen sich die dunkeln Körnchen schon in dem Ruhezustand der Zellen oft deutlich einzeln wahrnehmen, wobei zu bemerken, dass eine Molekularbewegung an ihnen nicht zu beobachten ist, so treten dieselben doch schärfer einzeln hervor, wenn die Körperchen bei einer Temperatur von etwa 38° C. ihre kriechenden Bewegungen ausführen. Schon bei Zimmertemperatur beobachtet man an ihnen wie an den feingranulirten die von Lieberkühn beschriebenen Bewegungen, d. h. eine Formveränderung beruhend auf einem langsamen Ausstrecken und Einziehen von Fortsätzen (Fig. 6 b.). Steigert man die Temperatur auf Körperwärme, so erfolgen die Bewegungen ungleich rascher, die Gestaltveränderungen werden viel auffallender (Fig. 9), und es tritt ein schneller auf der amoebenartig kriechenden Bewegung beruhender Ortwechsel auf in durchaus analoger Weise, wie wir ihn eben bei den feingranulirten Körperchen beschrieben haben. Nicht nur für die Bewegungen im Ganzen sondern namentlich auch für die inneren des Protoplasma bieten diese grobgranulirten Körperchen ein viel bequemeres Bild als die feingranulirten, denn wenn auch die stärksten und besten Linsen zur Verwendung

kommen (Zeis F, Hartnack 10), so bleibt immer die Beobachtung der feingranulirten Körperchen auf dem warmen Objecttisch eine Aufgabe, zu deren einigermaassen befriedigenden Lösung es jedenfalls einer sehr günstigen Beleuchtung und einiger Anstrengung der Augen bedarf. Einen sofort auffallenden Vortheil gewährt die Beobachtung der grobgranulirten Körperchen dadurch, dass während der Veränderungen in ihrer Gestalt zugleich die innere Bewegung der Körnchen deutlich verfolgt werden kann. Das langsame Fliessen derselben, oder das plötzliche Nachstürzen bei schnell hervorgetriebenem breiten Fortsatz gewährt ein leichter übersichtliches Bild der Bewegungen, welche das Protoplasma dieser Zellen ausführt. Namentlich in den lang ausgezogenen Fäden, welche an einigen der in Fig. 9 abgebildeten kriechenden Körperchen dargestellt sind, ist die gleichmässig fliessende Bewegung der Körner sehr auffallend, um so mehr als bei der äussersten Durchsichtigkeit und geringen Granulation der Protoplasmasubstanz oft nur die Körnchenreihe gesehen wird, zumal wenn das Körperchen sich zwischen vielen rothen hindurchdrängt, also nicht frei in der Blutflüssigkeit bewegt. Die Bewegung der Körnchen in einem solchen langen Fortsatz ist übrigens keine hin- und rückfliessende, wie ich hier ausdrücklich im Vergleich mit der der Rhizopoden-Pseudopodien hervorhebe, sondern nur nach einer Richtung verlaufende, entsprechend derjenigen, nach welcher das Protoplasma selbst sich bewegt. Bezüglich der Art der Bewegung und der Gestalt der Fortsätze besteht noch ein gewisser Unterschied gegenüber den feingranulirten Körperchen. Während bei letzteren die Verbreiterung der Substanz einem Zerfliessen ähnlich sieht, indem die feinzackige Begrenzung der zu verschwindender Dünne ausgebreiteten Masse zeitweise den Gedanken aufkommen lässt, dass hier überhaupt eine scharfe Begrenzung zu existiren aufgehört habe, zeigt sich bei den kriechenden Bewegungen der grobgranulirten Körperchen ein schärferer und mehr abgerundeter Grenzcontour. Das Protoplasma stellt hier allem Anschein nach eine etwas consistentere, wenigstens an der Oberfläche resistentere Substanz dar, während die Bewegungsfähigkeit dieselbe wie bei den feingranulirten ist, indem die Gestaltveränderungen im Allgemeinen ebenso schnell ablaufen und innerhalb derselben Extreme schwanken wie dort.

Wie Fig. 9 zeigt, sind an den grobgranulirten Körperchen die Zellenkerne meist deutlich wahrzunehmen, freilich nicht immer scharf begrenzt, so wenig wie bei den feingranulirten, vielmehr durch Ver-

drängung der Körner nur helle Flecke in der grobgranulirten Zellsubstanz erzeugend. Ihre Zahl beträgt 1 oder 2, ihre Lage variirt. Sind zwei Kerne vorhanden, so können dieselben dicht beisammen oder an entgegengesetzten Enden der Zelle liegen.

Wenn ich, wie Wharton Jones, fein- und grobgranulirte Körperchen im Blute des Menschen unterscheide, so muss ich doch gleich hinzufügen, dass Uebergänge zwischen Beiden vorkommen. Aber die Uebergangsformen werden seltener angetroffen als die Extreme, und die Unterscheidung lässt sich daher jedenfalls rechtfertigen. Uebergangsformen aber wird man solche Körperchen zu nennen haben, die bei dem Ansehn und Benehmen der feingranulirten einige stärker lichtbrechende Körnchen, nach Art derjenigen der grobgranulirten, enthalten. Einige solche Körperchen zeigt Fig. 7. Sie kommen in verschiedenen Grössen vor.

Nach Beobachtung der ganz unerwartet lebhaften, kriechenden Bewegungen, welche die farblosen Blutkörperchen des Menschenblutes bei Körperwärme ausführen, und bei ihrer durch Obiges hinreichend constatirten Aehnlichkeit mit gewissen zartesten Amoebenformen musste sich sofort die Frage aufdrängen, ob sich an ihnen eine Aufnahme fester Körper in das Protoplasma nach Art einer fressenden Amoebe werde beobachten lassen. Eine bejahende Antwort musste um so wahrscheinlicher in Aussicht stehen, als die Möglichkeit einer Aufnahme von Farbstoffpartikelchen, welche dem Blute künstlich beigemischt worden waren, in das Protoplasma der farblosen Blutzellen und Lymphkörperchen bei kaltblütigen Thieren bereits wiederholt constatirt worden war. Nach den ersten entscheidenden Beobachtungen, welche von E. Haeckel herrühren, welcher bei Gelegenheit seines für die Naturgeschichte der Rhizopoden so denkwürdigen Aufenthaltes am Mittelmeere eine Reihe von Experimenten an Mollusken und Krebsen ausführte und den Uebergang von Farbstoffmolekeln in die Blutkörperchen innerhalb und ausserhalb des Blutstromes auf das Schlagendste nachzuweisen vermochte [1], gelang es v. Recklinghausen [2], an den Lymph- und farblosen Blutkörperchen des Frosches innerhalb, und später Preyer [3]) an den farblosen Blutkörperchen desselben Thieres ausserhalb des Körpers die

1) Die Radiolarien, Berlin 1862, p. 104.

2) Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862, p. 22.

3) Virchow's Archiv Bd. XXX, p. 420.

Aufnahme von Milchkügelchen und Farbstoffmolekeln in das Innere der genannten Körperchen zu beobachten. Bei den trägen Bewegungen, welche diese Zellen ausserhalb des Körpers auf dem Objectträger ausführen, konnte es nur der grössten Ausdauer gelingen, die Aufnahme des Farbstoffes in das Innere direct zu beobachten. Weit günstiger in dieser Beziehung mussten die schnell kriechenden Körperchen des auf 30—40 ° C. erwärmten Menschenblutes erscheinen, und die Voraussetzung wurde durch die Beobachtung bestätigt.

Ich mischte zunächst eine Spur fein vertheilten Carmins mit einem Tropfen frischen, aus dem Finger entnommenen Blutes auf dem Objectträger und beobachtete bei 38 ° C. Schon nach wenigen Minuten sah ich die meisten der kriechenden Zellen vereinzelte Carminkörnchen mit sich herumtragen. Ich sah solche Farbstoffpartikelchen mit den Elementarkörnchen des Protoplasma von einem Fortsatz der Zelle in den andern wandern, sah wie sie in lang ausgezogenen Fäden des Protoplasma nachgeschleppt und mit diesen wieder eingezogen wurden. Sie lagen bald in grösseren Klümpchen beisammen bald vertheilten sie sich in die Fortsätze, je nach der Gestalt und den inneren Bewegungen der Zelle, so dass auch nicht der geringste Zweifel übrig blieb, dass der Carmin wirklich in das Protoplasma aufgenommen war und nicht etwa blos der klebrigen Oberfläche der Blutkörperchen anhaftete. Um die kriechenden Zellen möglichst frei, ungehindert durch herumliegende rothe Blutkörperchen beobachten zu können, verdünnte ich das Blut mit Jodserum, einem durch Zusatz von Jodtinctur oder Jod in Substanz vor Fäulniss bewahrten Amnioswasser jüngerer Wiederkäuer-Embryone. Ich habe diese Flüssigkeit in Virchow's Archiv Bd. XXX, p. 263 beschrieben und als Zusatzflüssigkeit bei Untersuchung frischer Gewebe empfohlen und kann sie, je länger ich dieselbe benutze, nur um so mehr rühmen. Enthält sie nicht zu viel Jod, so dass die Farbe nicht dunkler als die des Urines ist, so stört sie die Bewegungen der farblosen Blutkörperchen in keiner Weise, und erleichtert, indem sie das Blut verdünnt, die Beobachtung einzelner Elemente sehr. Bei Anwendung dieser Flüssigkeit zur Verdünnung des Blutes ist nur zu berücksichtigen, dass sie einen Concentrationsgrad besitzt, welcher die rothen Blutkörperchen nicht zackig macht. Tritt eine solche Veränderung bei der grösseren Zahl der Blutkörperchen ein, so verdünnt man das Jodserum mit ein wenig Wasser. In dieser Flüssigkeit erhält sich die Bewegung der farblosen Blutkörperchen bei Körperwärme ebenso

lange, und das Aufnehmen von Carminkörnchen, die man in feinvertheiltem Zustande dem Jodserum vorher beimischte, tritt ebenso schnell ein wie im unverdünnten Blute. Immerhin ist auch das Jodserum eine fremdartige Beimischung, die man als möglicher Weise schädlich mit grosser Vorsicht anzuwenden hat. In der That sind in einem auf das dünnste ausgebreiteten Bluttropfen die Blutkörperchen so gut einzeln zu beobachten, und durch hinreichende Zwischenräume von einander getrennt, dass die Verdünnung des Blutes zur Beobachtung der Bewegung der farblosen Körperchen nicht absolut nothwendig ist. Um das Blut aber in dünnster Schicht unter dem Deckgläschen auszubreiten, bediente ich mich vielfach der von Rindfleisch empfohlenen Methode [1], welche darin besteht, das Deckgläschen unter Beobachtung gewisser Cautelen trocken auf den Objectträger mittelst einiger Wachströpfchen aufzukitten, und das Blut nachträglich in den capillaren Raum von der Seite her eintreten zu lassen. Es liegt auf der Hand, dass unter Umständen diese Methode einige Vortheile vor der gewöhnlichen zu bieten vermag, z. B. um das Eintreten grösserer Farbstoffklümpchen unter das Deckgläschen zu vermeiden. Zu dem Zwecke aber, eine möglichst dünne Schicht von Blut zur Beobachtung zu erlangen, ist das umständlichere Verfahren nicht nothwendig, vielleicht sogar mit entschiedenen Nachtheilen verbunden. Ist der capillare Raum, wie beabsichtigt wird, von der äussersten Dünne, so vermag sich in demselben ein rothes Blutscheibchen nicht auf die Kante zu stellen. In einen solchen werden die kugligen farblosen Körperchen nicht oder nur zum Theil eintreten. Auch die klebrige Beschaffenheit der Oberfläche der letzteren hindert ihr gleichmässiges Vorrücken in dem engen Raume. Ich überzeugte mich öfter, dass ein auf die Rindfleisch'sche Methode bereitetes Blutpräparat weniger farblose Körperchen enthielt, als ein auf die gewöhnliche Weise gefertigtes. Um eine möglichst dünne Schicht von Blut zu erhalten drücke ich das auf den Bluttropfen gelegte Deckglas mit einer Nadel mässig fest auf, und sauge dann mit einem feinen Tuche oder mit Fliesspapier das über den Rand tretende Blut ab. So erhalte ich, vorausgesetzt dass Objectträger und Deckglas ganz ebene, geschliffene Flächen haben, untadelhafte Präparate.

Statt des Carmins wandte ich mit gleichem und zum Theil noch besserem Erfolge einige andere Farbstoffe an, nämlich Zinober, In-

1) Experimentalstudien über die Histologie des Blutes. Leipzig 1863, p. 21. Virchow's Archiv Bd. XXX, p. 603.

digo und Anilinblau, endlich auch Milch. Die Körnchen des Zinober sind meist feiner als die des Carmins, die Aufnahme erfolgt sehr schnell und in ziemlich grosser Menge, so dass die Bewegungen der Farbstoffkörnchen im Protoplasma während des Kriechens der Zellen meist an vielen Objecten desselben Präparates mit der grössten Deutlichkeit beobachtet werden konnten (Fig. 10). Das Anilinblau hat in den feinsten Körnchen eine intensivere und weit schönere Farbe als der Indigo, lässt sich auch sehr gut im Blut fein vertheilen und verdient daher, da eine Aufnahme in die Zellen ebenso leicht stattfindet wie beim Indigo, alle Berücksichtigung.

Wie sich in der Art der Fortbewegung und der Gestalt der kriechend vorgeschobenen Rindenpartien Unterschiede zwischen den fein- und grobgranulirten Körperchen zeigten, so haben wir solche auch den Farbstoffen gegenüber zu constatiren. Im Allgemeinen sind die grobgranulirten viel weniger geneigt zur Aufnahme fremder Körper als die feingranulirten, was offenbar mit der Verschiedenheit in der Consistenz der Rindenschicht des Protoplasma zusammenhängt, wie wir sie anzunehmen uns berechtigt hielten. Es kommt aber eine Aufnahme von Farbstoffen auch bei den grobgranulirten Körperchen vor, wie ich unter anderen bei Versuchen mit Anilinblau beobachtete. Ein solches mit einigen blauen Körnchen im Innern versehenes Körperchen ist in zwei verschiedenen Gestalten in Fig. 12 abgebildet. Auffallend war es mir aber, dass die Lebhaftigkeit der Bewegung durch die Aufnahme des Farbstoffes offenbar sehr abgenommen hatte, eine Erscheinung, die mir übrigens auch oft an den feingranulirten Körperchen begegnet ist.

Der Moment, in welchem die Farbstoffmolekeln in das Innere des Protoplasma aufgenommen werden, ist, wie es scheint, durch kein besonders auffallendes Manöver bezeichnet. Besondere Fortsätze, welche die Zelle zur Bewältigung des fremden Körpers ausstrecke, habe ich nie gesehen. Was ich beobachten konnte beschränkte sich darauf, dass während des gleichmässig fortschreitenden Kriechens der Farbstoff wie durch Druck in das Innere des Protoplasma hineingepresst wird. Es könnte vermuthet werden, dass zu dieser Aufnahme fremder Körper eine Stelle der Oberfläche anderen gegenüber besonders geeignet sei. Die Vermuthung hat jedoch an sich wenig Wahrscheinlichkeit für sich, und wird durch die Beobachtung nicht gestützt, da nach den Erscheinungen, welche die kriechenden Körperchen darbieten, die Beschaffenheit ihrer Oberfläche ringsum eine gleiche

zu sein scheint. Noch wäre zu erwähnen, dass gewöhnlich beim Mischen des frischen Bluttropfens mit dem fein pulverisirten Farbstoff sofort ein gewisser Theil des letzteren der bekanntermaassen schleimig-klebrigen Oberfläche der farblosen Blutkörperchen anhaftet, welcher dann bei den ersten kriechenden Bewegungen auf dem geheizten Objecttisch sofort theilweise oder ganz in das Innere aufgenommen wird, so dass in diesem Falle der Moment des »Fressens« in seinen einzelnen Stadien nicht zur Beobachtung gelangt.

Von besonderem Interesse sind die Versuche mit Milch, insofern die Grösse der aufgenommenen Milchkügelchen die der Farbstoffmolekel bei weitem übertrifft. Bei einer Verdünnung des Blutes mit etwa zwei Drittel des Volumen frischer Kuhmilch, wie ich sie ausführte, verändern sich die geformten Elemente des Blutes in keiner merkbaren Weise, und, auf den geheizten Objecttisch gebracht, kriechen die farblosen Blutkörperchen mit derselben Schnelligkeit, halten sich auch bei der Körpertemperatur fast ebenso lange lebendig, wie im unverdünnten Blute. Sofort nachdem die kriechenden Bewegungen sich eingestellt haben, beobachtet man Blutkörperchen, denen kleinere und grössere Milchkügelchen anhaften. Die kleinen und die mittelgrossen unter ihnen, darunter solche von 0,003 Mm. Durchmesser, gelangen schnell in das Innere des Protoplasma und werden in diesem mit den ihm eigenthümlichen Körnchen hin- und hergetrieben. Ich habe in Fig. 13 ein Blutkörperchen abgebildet, welches fünf verschieden grosse Milchkügelchen enthielt. Als ich dessen zuerst ansichtig wurde, waren die letzteren in ein Klümpchen geballt in einem Fortsatz eingeschlossen, der dem Körper der Zelle beim Kriechen nachgeschleppt wurde. Dieser Fortsatz wurde sodann eingezogen und die Milchkügelchen geriethen so in die Nähe der Mitte der Zelle, in welcher sie ihre gegenseitige Lage bald veränderten, indem einige derselben beim Kriechen der Zelle dem fliessenden Protoplasma folgend nach vorn vorrückten.

Musste uns schon die Beobachtung der kriechenden farblosen Blutzellen, wie sie sich in den verschiedenen Stadien der Bewegung präsentiren, zu der Ueberzeugung bringen, dass ihnen eine vom Protoplasma verschiedene Hülle, eine Zellmembran im Sinne der alten Schule, nicht wohl zugesprochen werden könne, so tragen natürlich die gelungenen Versuche der Fütterung mit Farbstoffen und Milchkügelchen nur zur Befestigung dieser Ansicht bei. Die Beobachtung der kriechenden Formen zeigt keine Andeutung einer Membran, die

physikalischen Eigenschaften ihrer Oberfläche sprechen vielmehr auf das Entschiedenste für ein nacktes Protoplasma, die dem Anschein nach an jeder Stelle der Oberfläche mögliche Aufnahme fremder Körper in das Innere wäre bei Existenz einer Membran, wenn wir derselben nicht mindestens eine grössere Oeffnung zuschreiben wollen, von der absolut Nichts zu sehen ist und gegen die jede Analogie spricht, ein Paradoxon. Unter diesen Umständen kann es für mich keinen Augenblick zweifelhaft sein, dass ich die farblosen Blutzellen des Menschen den membranlosen Zellen zurechne, denjenigen Zellen, welche nach meinen an verschiedenen Orten niedergelegten Beobachtungen nur aus Protoplasma mit eingeschlossenem Kern bestehen und entgegen den früher herrschenden Ansichten eine grosse Verbreitung in den Geweben auch des erwachsenen Thierkörpers finden. Sie schliessen sich in dieser Beziehung unmittelbar an die Blutzellen der wirbellosen Thiere an, für welche E. Haeckel bereits aussprach, dass sie »hüllenlose Protoplasmaklumpen« darstellen[1]). E. Haeckel hat schon die Vermuthung geäussert, dass ein wesentlicher Unterschied in der fraglichen Beziehung zwischen den Blutzellen der Wirbellosen und den farblosen Elementen des Blutes der Wirbelthiere, welche Gebilde ja auch früher immer mit einander verglichen worden sind, nicht existire. Die Beobachtungen mittelst des heizbaren Objecttisches haben die Möglichkeit an die Hand gegeben, jeden Zweifel zu lösen. Uebrigens haben sich bezüglich der farblosen Blutzellen und Lymphkörperchen des Frosches bereits v. Recklinghausen[2]) und W. Preyer[3]) in ganz gleichem Sinne ausgesprochen.

Ich habe weiter bezüglich der Lebensthätigkeiten der farblosen Blutkörperchen noch nach zwei Richtungen hin einige Versuche angestellt, über welche ich hier berichten will. Ich suchte zu ermitteln, wie lange nach der Entfernung aus dem Körper die genannten Elemente lebendig bleiben d. h. ihre Contractilität bewahren können, und wie hoch die Temperatur des Blutes steigen könne, ohne dass sie ihr Leben einbüssen. Ich bediente mich bei diesen Versuchen nur des Menschenblutes. Die Lebensdauer der farblosen Blutkörperchen zeigte sich, wie sich voraussetzen liess, in hohem Grade abhängig von der Temperatur, bei welcher man das Blut aufbewahrt. Ein Tropfen frischen Blutes unter Deckgläschen in der feuchten

1) Die Radiolarien, p. 104.
2) Virchow's Archiv Bd. XVIII, p. 184.
3) Virchow's Archiv Bd. XXX, p. 420.

Kammer bei 38—42° C. der Beobachtung unterworfen, bietet bei dieser Temperatur nach Verlauf von 2—3 Stunden keine Bewegungen der farblosen Blutkörperchen mehr dar, und können solche auch durch niedere oder höhere Temperaturgrade nicht wieder hervorgerufen werden. Das Aussehen der Zellen ist verändert, es fehlt die bestimmte äussere Begrenzung, man meint sie seien zerflossen. Die Zahl und Grösse der hellen, blassen Räume in ihrem Innern, welche man Vacuolen nennen kann, hat zugenommen, sie sind offenbar abgestorben und in beginnender Zersetzung begriffen. An einem ebensolchen zwischen 36 und 38° C. aufbewahrten Blutpräparate konnten noch nach drei Stunden an einigen wenigen farblosen Blutkörperchen Bewegungen wahrgenommen werden, welche aber nach kurzer Zeit aufhörten. Dagegen erhielten sich die Blutkörperchen eines vor Verdunstung geschützten, unter Deckglas aufgestellten Bluttropfens, wenn derselbe gleich nach der Entleerung in eine Temperatur von 3—5° C. gebracht wurde, viele Stunden lebensfähig, wie die bei der Erwärmung eintretenden lebhaften kriechenden Bewegungen derselben bewiesen. Solche beobachtete ich noch nach 20 Stunden, während in mehreren 24 und 36 Stunden aufbewahrten Blutproben die farblosen Körperchen abgestorben waren. Viel günstiger für die Erhaltung des Lebens gestalten sich die Verhältnisse, wenn man das Blut nicht in einem einzelnen Tropfen unter Deckglas, sondern in grösseren Quantitäten in Gläsern aufbewahrt. Ich erhielt zu diesen Experimenten verschiedene Male Blut, welches Personen, die an leichten rheumatischen oder entzündlichen Erscheinungen erkrankt waren, durch Schröpfen entzogen worden war. Das Blut wurde bei einer Temperatur von durchschnittlich 5° C. aufbewahrt und täglich untersucht. Hier stellte sich wiederholt heraus, dass Proben, welche auf dem heizbaren Objecttische bis 38° C. erwärmt wurden, nach Verlauf von 5 und 6 Tagen noch bewegliche farblose Blutkörperchen enthielten.

Die Versuche welche von Kühne[1]), von mir[2]) und von Sachs[3]) in letzter Zeit über die obere Temperaturgrenze angestellt wurden, bei welcher contractile Substanzen und speciell das Protoplasma thierischer und pflanzlicher Gewebe ihre Contractilität und ihr Leben einbüssen, haben übereinstimmend das Resultat ergeben, dass diese

1) Reichert u. Du Bois-Reymond, Archiv für Anatomie, Physiologie etc. 1859, p. 804. Untersuchungen über das Protoplasma, Leipzig 1864.

2) Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen, Leipz. 1863.

3) Flora 1864, p. 24, 39 ff.

Grenze zwischen 40 und 50° C. gelegen sei. Verschiedene Organismen verhalten sich gegen diese hohen Temperaturen etwas verschieden. Ich bestimmte den Temperaturgrad, welcher tödtet, für Amoeben und Actinophrys auf 43° C., für Anguillulinen, Turbellarien und Räderthiere auf 45°, für das Protoplasma der Zellen von Urtica, Vallisneria und Tradescantia auf 45—48°. Diese Bestimmungen sind sämmtlich in Wasser vorgenommen. Sachs bewies sodann, dass eingewurzelte Pflanzen von Nicotiana, Cucurbita, Zea Mais, Mimosa pudica, Tropaeolum u. A., welche in Luft erwärmt worden, 25 Minuten lang selbst 49—51° ertragen können, dass aber jede Erwärmung auf 51° und darüber schnell tödtlich wirkt. Auch die Beobachtung, welche F. Cohn an den Organismen der heissen Quellen von Carlsbad anstellte, stimmen überein, in so fern Cohn angiebt, dass das Wasser nach seinen Messungen sich immer erst unter 43° R. abkühle, ehe Oscillarien in demselben vorkommen [1]). Mit dem Eintreten der letalen Wirkung verändert sich das Protoplasma in einer Weise, welche Kühne für die contractilen Substanzen überhaupt als Wärmestarre bezeichnet, und welche für die Froschmuskeln bei 45°, für die Muskeln der Saugethiere bei .9—50°, bei Vögeln sogar erst bei 53° C. in ihrer vollkommenen Entfaltung beobachtet wird. Niedere Grade der Starre, welche Kühne der Todtenstarre vergleicht und welche wohl ganz allmählig in die höheren übergehen, treten bei den Froschmuskeln schon bei 40°, bei Warmblütern einige Grade später auf. Diesen letzteren entspricht, was Kühne am Protoplasma der Amoeben, Actinophrys, Myxomyceten und der Pflanzenzellen [2]) mit dem Namen Wärmetetanus belegt, ein Zustand, den auch Sachs bei Pflanzenzellen genauer beobachtete [3]) und vorübergehende Wärmestarre benennt, dadurch characterisirt, dass das Protoplasma vor dem Eintritt des Todes seine Bewegungen einstellt, unter Abschnürung von Kugeln mannigfache Formveränderungen eingeht, aber bei der Abkühlung wieder in den normalen Zustand zurückkehrt.

Diesen an verschiedenen Organismen und Protoplasmagebilden angestellten Versuchen entsprechen nun ganz die Veränderungen, welche man bei einer gesteigerten Temperatur an den farblosen Blutzellen des Menschenblutes beobachtet. Während die Bewegung derselben bei 45 und 46° noch eine lebhafte, oft sogar gesteigerte ist,

1) Ueber die Algen des Carlsbader Sprudels, Breslau 1863.

2) Kühne, Protoplasma p. 45, 67, 87, 103.

3) l. c. p. 39, 66 ff.

nimmt dieselbe bei weiterer Zunahme der Temperatur ab. Die Körperchen schicken noch einzelne Fortsätze aus und ziehen sie ein, aber die kriechenden Bewegungen hören auf, die Fortsätze selbst haben ein eigenthümlich zerfliessliches Aussehen, endlich wird das Körperchen starr in irgend einer Form, die dasselbe gerade angenommen hatte. Diese Veränderung sah ich auf dem warmen Objecttisch bei 50—51° C. eintreten. Natürlich hängt auch hier viel von der Schnelligkeit des Heizens ab. Denn eine Temperatur von 48 bis 49°, wenn sie länger als 5 Minuten anhält, tödtet unter den gleichen Erscheinungen. Jedenfalls darf als sicher angenommen werden, dass 50° ziemlich genau diejenige Temperatur bezeichnet, durch welche die farblosen Blutkörperchen definitiv abgetödtet, d. h. in einen Zustand von bleibender Starre versetzt werden, und dass dieser letzteren ein Zustand der Bewegungslosigkeit vorausgeht, von welchem die Körperchen sich wieder erholen können, und den wir als vorübergehende Wärmestarre, nach Kühne als Wärmetetanus zu bezeichnen hätten. Dieselben Temperaturgrade also, welche bei Säugethiermuskeln die bleibende Starre erzeugen, die den Tod des Gewebes kennzeichnet, 49—50°, und nach Obigem überhaupt die obere Grenze darstellen, über welche hinaus das Leben der wichtigsten Bestandtheile des menschlichen und thierischen Körpers, ebenso der Pflanzen, dauernd nicht erhalten werden kann, sind es, welche auch die Contractilität und Integrität einer farblosen Blutzelle nicht überdauert.

Ich gehe nach diesen die Natur der farblosen Blutkörperchen des Menschen betreffenden Mittheilungen zu dem über, was man an den rothen Blutkörperchen auf dem heizbaren Objecttisch beobachten kann. Hier muss ich zunächst gleich hervorheben, dass während der lebhaft kriechenden Bewegungen der farblosen Zellen die rothen Körperchen keine Spur von Gestaltveränderung zeigen. Klebs berichtet[1], dass die rothen Blutkörperchen des Menschen und mehrerer Säugethiere »bei Erwärmung des Blutes unter Verhinderung der Verdunstung auf Körpertemperatur« zackig werden. Derselbe beschreibt die allmähligen Veränderungen, welche die Blutkörperchen eingehen, bis sie eine zackige Form angenommen haben,

1) Centralblatt f. d. medicin. Wissensch. Berlin 1863. No. 54.

sehr genau, jedoch ohne die Methode, welche er zur Erwärmung anwandte, anzugeben. Das ganze Phänomen fasste er als einen Act selbstständiger Contractilität auf: »die rothen Blutkörperchen der Säugethiere sind contractile Gebilde, die sogenannte Maulbeerform derselben entspricht dem bewegten, die backschüsselförmige (die Backschüsselform) dem unbewegten Zustande. Das todte Blutkörperchen hat eine Kugelform.« Die Anwendung des heizbaren Objecttisches gestattet auf eine sehr vollkommene Weise ein einzelnes Blutkörperchen während schneller oder langsamer Erwärmung der Beobachtung zu unterwerfen. Bei aller auf den Gegenstand verwandten Aufmerksamkeit bin ich nicht im Stande gewesen, auch nur ein einziges Mal bei einer Temperatur von 38—40° C. eine Gestaltveränderung an einem scheibenförmigen Blutkörperchen zu constatiren. Jedes Blutpräparat birgt gewöhnlich einige zackige Formen, die sich bei Anwendung des geheizten Objecttisches auch an einzelnen Stellen vermehren, doch wo die Verdunstung ausgeschlossen ist, wie unter dem Deckgläschen in der feuchten Kammer, erhalten sich die scheibenförmigen Körperchen auch auf dem 38° warmen Objecttisch stundenlang unverändert. Ich habe dann Schröpfblut vom Menschen und ganz frisch aus der Ader gelassenes Blut vom Hunde in Reagenzgläschen auf 38, 40 und 45° C. im Wasserbade erwärmt und Proben davon unter das Mikroskop gebracht, aber nie eine Bestätigung der Klebs'schen Angaben erhalten. Es ist somit aus dem Verhalten der rothen Blutkörperchen bei Körperwärme auch kein Grund zu entnehmen, dieselben für contractile Gebilde zu erklären. Der Unterschied zwischen den contractilen, bewegten, farblosen Blutzellen und den regungslos liegenden rothen Blutkörperchen springt vielmehr so in die Augen, dass es gerathener erscheint, zunächst den Gedanken, dass die Substanz der rothen Blutkörperchen mit contractilem Protoplasma etwas gemein habe, aufzugeben.

Die Temperatur, bei welcher die rothen Blutkörperchen des Menschen- und Thierblutes Veränderungen eingehen, liegt höher als die Körpertemperatur, sie fällt mit derjenigen zusammen, bei welcher die contractilen Substanzen in bleibende Wärmestarre gerathen, also den Tod erleiden. Steigert man die Wärme des heizbaren Objecttisches auf etwa 52° C., so verändern sich die rothen Blutkörperchen des Menschen unter den Augen des Beobachters in einer bisher unbeachtet gebliebenen, sehr charakteristischen Weise. Das Blutscheibchen, welches bis dahin kreisrund, mit napfförmiger Vertiefung,

kurz in ganz unverändertem Habitus verharrte, erhält jetzt an seinem Rande erst seichte, dann tiefe Einschnürungen in grösserer oder geringerer Zahl, und in wenigen Sekunden sind sämmtliche Blutkörperchen des Präparates total verändert (Fig. 14). Aus den Einkerbungen entstehen schnell kuglige Abschnürungen, die sich entweder sofort ablösen oder, wie gewöhnlich, eine Zeit lang wie an feinen Stielen untereinander in Zusammenhang bleiben. Die Blutkörperchen theilen sich in eine grössere oder geringere Zahl von kugligen Stücken, unter denen meist das eine central gelegene das grösste ist, gewissermaassen der kuglig gewordene Rest des Blutscheibchens, die anderen grösser und kleiner, bis zu molekularer Kleinheit herab, dem Hauptstück anhängen oder sich ablösen und in lebhafter Tanzbewegung in der Blutflüssigkeit vertheilen. Das endliche Resultat dieses Theilungsprocesses ist, dass in der Blutflüssigkeit nur noch kleine Kügelchen von ziemlich dunkler Blutkörperchenfarbe übrig sind, deren grösste immer noch kleiner als ein ohne Abschnürung kuglig gewordenes Blutscheibchen sind, die kleinsten sich wie Elementarkörnchen verhalten. Dazwischen liegen alle möglichen Uebergänge (Fig. 16).

Ein so einfaches Bild gewährt die Blutflüssigkeit jedoch erst nach Verlauf einer geraumen Zeit. Gleich nach der Erwärmung auf 52° und nach dem Auftreten der ersten eben beschriebenen Veränderungen beobachtet man eine Reihe auf die sonderbarste Weise missgestalteter Blutkörperchen (Fig. 15). Ihre Bildung beruht auf verschiedenen Veränderungen. Statt der Abschnürung von Kugeln zieht sich das Scheibchen in einen langen Cylinder aus, der zunächst von gleichmässiger Dicke, später knopfförmig angeschwollene Enden erhält. Oder es bilden sich mehrere hintereinander gelegene Anschwellungen an demselben veränderten Blutkörperchen aus. Solche Formen können als ein variköser Faden auch von vorneherein aus der Einkerbung und Streckung des Blutscheibchens ihren Ursprung nehmen und kommen bis zu grosser Feinheit und mit zehn bis zwanzig hintereinander liegenden Varikositäten, also wie eine Perlschnur gestaltet, vor. Andere Blutkörperchen treiben statt kugliger Höcker lange Fäden hervor, meist nur einen, der dann bei grosser Länge und bedeutender Feinheit an der lebhaften, durch die Hitze gesteigerten Molekularbewegung theilnehmend, schlängelnde Bewegungen ausführt. Solche Fäden reissen dann nicht selten ab, und indem sie sich fortdauernd bewegen, rücken sie oft den Vibrionen ähnlich in der Flüssigkeit voran. Aus der anfänglich enormen Mannigfaltigkeit

der Formen gehen dann allmählig immer mehr regelmässig kuglige Bildungen hervor, bis nach Verlauf von einer viertel oder halben Stunde die Blutflüssigkeit das Ansehen wie in Fig. 16 angenommen hat. Diese Veränderung tritt ein, das Blut mag auf der hohen, 50° übersteigenden Temperatur längere Zeit erhalten oder gleich nach der Erwärmung wieder bis zu Zimmertemperatur abgekühlt worden sein.

Alles dies lässt sich ebenso an grösseren Blutmengen beobachten, wenn dieselben im Reagenzglase im Wasserbade erwärmt werden. Ich benutzte Blut, welches verschiedenen Personen durch Schröpfen entleert und 12—24 Stunden bei circa 5° C. aufbewahrt worden war. Bei drei auf diese Art untersuchten verschiedenen Blutproben traten die beschriebenen Veränderungen sofort auf, nachdem das Blut eine Temperatur von 50—52° C. angenommen hatte. Die Methode bietet den Vortheil vor der Erwärmung auf dem heizbaren Objecttisch, dass man die Grenze, bis zu welcher man die Temperatur steigern will, viel genauer einhalten kann. Daher gelingt es mittelst derselben leicht, die verschiedenen Stadien der Veränderung zu fixiren, also z. B. sämmtliche Blutkörperchen nur bis zum Auftreten der Einkerbungen und Einschnürungen des Randes zu erwärmen, aber die Abschnürung der Theilstücke noch aufzuhalten, welche dann bei geringer Temperatursteigerung sofort eintritt.

Ich bemerke hier beiläufig, dass die Beobachtung dieser Umwandlung eine gute und sehr bequeme Probe für den heizbaren Objecttisch abgiebt, welche sich den im Eingange beschriebenen, auf der Bestimmung des Schmelzpunktes von Fetten beruhenden an die Seite stellt. Treten bei langsamem oder schnellerem Heizen die Abschnürungen der Blutscheibchen bei etwa 52° C. auf, so wird man sich auf die Uebereinstimmung im Gange des Thermometers und der Temperatur des Präparates verlassen können.

Die Versuche, welche ich mit menschlichem Schröpfblut unternahm, dehnte ich auf einen Zeitraum von mehreren Tagen nach dem Ablassen des Blutes aus, um zu entscheiden, wie lange nach der Entleerung aus den Gefässen die Blutkörperchen die Fähigkeit zu den beschriebenen, bei circa 52° C. eintretenden Veränderungen behalten. Bekanntlich verlieren die rothen Blutkörperchen ausserhalb des Körpers allmählig ihre Napfform und werden kuglig. Je nach der Temperatur, bei welcher man das aus der Ader gelassene Blut aufbewart, tritt die Umwandlung früher oder später ein. Das Re-

sultat meiner Versuche war nun, dass mit dem Auftreten dieser Umwandlung die Fähigkeit zu den characteristischen Wärmeveränderungen verloren geht. Die Blutkörperchen bleiben kuglig auch bis zu einer Temperatur von 60° und darüber, bis sie Gerinnungserscheinungen zeigen. So lange jedoch die Napfform erhalten ist, schnüren sie sich auch bei 52° in Stücke. Ein Tropfen Blut aus der Fingerspitze unter Deckglas 2—3 Stunden bei 40° C. in der feuchten Kammer aufbewahrt, enthält meist keine napfförmigen Blutkörperchen mehr, und die höhere Temperatur bringt keine Abschnürungen hervor. Schröpfblut, welches dagegen bei 3—5° C. in einem Glase 8 Tage lang gestanden hatte, enthielt noch viele, meist münzenförmig gruppirte, unveränderte Blutkörperchen, welche sich gegen die Steigerung der Temperatur ganz wie frische verhielten.

Einige vergleichende Versuche, welche ich an Blutscheibchen von Thieren anstellte, ergaben für die warmblütigen Thiere, wie sich voraussetzen liess, eine grosse Uebereinstimmung mit dem Blute des Menschen. Ich benutzte von Säugethieren, Kaninchen, Hund, Kalb und Meerschweinchen. Das Blut dieser Thiere, mag es frisch aus der Ader gelassen oder mehrere Tage bei niederer Temperatur aufbewahrt worden sein, verändert sich bei einer Wärme über 50° C. wie das des Menschen. Es schnüren sich von der Peripherie der Blutscheibchen kleinere und grössere Kügelchen ab, welche frei herumschwimmen, während der übrigbleibende Theil auch kuglig wird. An frisch aus der Ader gelassenem geschlagenem Hundeblut machte ich im Wasserbade einige genauere Temperaturbestimmungen, welche ergaben, dass eine Erwärmung des Blutes bis 50 und 51° noch keine Veränderung in der Gestalt der rothen Körperchen erzeugt, wenn, wie in meinen Versuchen geschah, die hohe Temperatur nicht länger als 5 Minuten constant einwirkte. Sowie aber 52° erreicht sind, erhalten die Blutkörperchen Einkerbungen, und zwischen 52 und 53° tritt sofort die Abschnürung der durch Einkerbung begränzten Randpartieen ein, und der Rest des Blutkörperchens nimmt Kugelform an. Das Gleiche beobachtete ich sodann am Blute des Huhnes, doch bedurfte es hier einer Temperatur von 53—54°, um die merkwürdigen Veränderungen hervorzurufen. Von kaltblütigen Thieren verglich ich bis jetzt nur den Frosch, und zwar Exemplare, welche im Monat Februar, also während des Winterschlafes, im Freien gesammelt worden waren. Die rothen Blutkörperchen erhielten sich bis 43° C. unverändert, darüber hinaus erwärmt nahmen viele die

Form von Löffelbiscuit oder Dumbbellform an, so zwar, dass die angeschwollenen Enden dunkel gefärbt, die mittlere schmale Brücke fast farblos erschien. Dabei trat aus fast allen Blutkörperchen eine grössere Zahl molekulär kleiner Körnchen aus, von denen sich nicht deutlich unterscheiden liess, ob sie gefärbt waren oder nicht. Einzelne hingen in Reihen und Fäden zusammen und alle zeigten lebhafte Molekularbewegung. Ein Abschnüren grösserer Tropfen oder Kugeln, wie es die Wärmeveränderung der Blutkörperchen der warmblütigen Thiere auszeichnet, beobachtete ich beim Frosch auch dann nicht, wenn die Temperatur bis 55 und 60° gesteigert wurde. Es tritt eine körnige Gerinnung im Blutkörperchen, aber keine weitere Gestaltänderung ein. Jedenfalls ist das Verhalten analog dem der Blutkörperchen warmblütiger Thiere, doch darin verschieden, dass die Veränderung schon bei 45° C. eintritt und zu keiner so vollständigen Zerstörung der Blutkörperchen führt.

Beale, welcher, wie oben angeführt wurde, auch Blut erwärmte, hat, nach seinen Abbildungen zu schliessen [1]), offenbar dieselben Umwandlungen der rothen Blutkörperchen gesehen. Doch geht er oberflächlich über die Beobachtung hinweg und bestimmte nicht einmal den Temperaturgrad genauer, bei welchem die Veränderungen eintreten, beschränkt sich vielmehr auf die Angabe »bei mässiger Hitze (etwas über 100°)«. Nach Fahrenheit aber, dem Beale wohl unzweifelhaft folgt, sind 52° C. ungefähr gleich 127°. Sehr zu verwundern ist, dass die beschriebenen Veränderungen Rollet entgangen sind, dem wir so bemerkenswerthe Aufschlüsse über die Natur der rothen Blutkörperchen verdanken, und der, wie oben erwähnt, bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über den Einfluss, welchen electrische Schläge auf das Blut ausüben, auch einiger Beobachtungen über Wärmeveränderungen am Blute gedenkt. Rollet hat die so merkwürdige Theilung der Blutkörperchen, das Abschnüren von Fäden und Kügelchen nicht gesehen, obgleich er sowohl mittelst eines freilich sehr unvollkommenen warmen Objecttisches, als auch mit Hülfe des Wasserbades arbeitete. Er beschreibt als endlichen Effect nur das Kugligwerden der Blutscheibchen, und verweist bezüglich der ersten Veränderungen auf seine Angaben über den Einfluss der electrischen Schläge, durch welche auch nur Formveränderungen, aber keine Theilungen entstehen sollen. Für die Säugethierblutkörperchen

1) Quart. Journal of microscop. science No. XIII, 1864, Pl. VI, Fig. 2, 3.

verlegt er den Eintritt dieser Gestaltveränderung auf 40—45° C. In der That werden die Blutkörperchen des Menschen wie der Säugethiere endlich kuglig, wenn sie stundenlang auf dieser Temperatur, sei es auf dem warmen Objecttische oder im Wasserbade, erhalten werden; man würde aber sehr irren, wenn man daraus schliessen wollte, dass die Temperatur von 40—45° an sich diesen deletären Effect auf die Blutscheibchen ausübe. Schon daraus, dass diese hohe Temperatur innerhalb der im Leben vorkommenden Grenzen liegt, ergiebt sich die Unhaltbarkeit dieses Schlusses. Die aus dem Körper entfernten Blutscheibchen werden, längere Zeit aufbewahrt, bei jeder Temperatur über dem Gefrierpunct kuglig, bei 40—45° aus nahe liegenden Gründen nur viel schneller als bei 4—5°. Mit einem eigenthümlichen, plötzlich auftretenden Temperatureinfluss, wie der von mir beschriebene es ist, haben wir es dabei nicht zu thun. Um diesen zu beobachten muss eine Erwärmung bis mindestens 50° C. eintreten.

Aber noch in einer anderen Beziehung befinde ich mich in einer Differenz mit Rollet. »Niemals«, sagt derselbe[1], »gelingt es, durch Temperatursteigerung dem Blute die Transparenz und Durchsichtigkeit des electrisirten Blutes zu geben.« Nach meinen zuerst auf dem warmen Objecttisch ausgeführten, dann im Wasserbade controllirten Versuchen lösen sich bei ungefähr 60° C. die kleinen und grossen kugligen Theilstücke der Blutkörperchen auf, d. h. es entsteht eine lackfarbene Lösung von Hämoglobin von bekanntem Aussehen. In dieser Lösung schwimmen die entfärbten und daher schwer sichtbaren Reste des Stroma der Blutkügelchen, wie bei einer wässerigen Lösung die sogenannten »Membranen der Blutzellen«. Durch Alcohol oder Jodlösung können dieselben deutlich gemacht werden. Und dass das Hämoglobin in Lösung übergegangen ist, ohne zersetzt zu sein, beweist seine noch erhaltene Krystallisationsfähigkeit. Ich habe die Beobachtung gemacht, dass Blut vom Meerschweinchen, welches auf dem heizbaren Objecttisch über 60° erwärmt und dadurch in eine lackfarbene Lösung verwandelt worden war, beim Erkalten und bei langsamer Verdunstung auf dem Objectträger sofort krystallisirte. Ich nahm dann grössere Blutmengen desselben Thieres in's Wasserbad, ebenfalls bis zu einer Temperatur von mindestens 60° C., und sah dann

1) l. c. p. 15.

jeden Tropfen dieses Blutes bei Verdunstung zu einem dichten Krystallbrei erstarren. Nach längerem Stehen der so veränderten Blutproben bei kühler Temperatur schied sich das Hämoglobin in grösseren Krystallen aus. Das Blut vom Kalb, Kaninchen und vom Menschen in gleicher Weise behandelt, krystallisirte beim Eintrocknen oder beim längeren Stehen nicht, obgleich die Lösung eine ebenso vollständige war. Ich habe es bisher unterlassen, weitere Versuche über die Gewinnung von Krystallen aus solchem durch Wärme in Lösung gebrachten Hämoglobin anzustellen, zweifle aber nicht, dass dieselben in ähnlicher Weise zum Ziele führen werden, wie sie mit Lösungen gelingen, die durch Gefrieren des Blutes nach Rollet [1]) erhalten werden.

Ich kann nicht unterlassen, bei dieser Gelegenheit zu betonen, wie verwandt der Einfluss niederer, unter 0° gehender, und höherer, 50° übersteigender Temperaturgrade auch beim Blute sich herausstellt, wie solches für andere Gewebe namentlich von Kühne und Sachs hervorgehoben worden ist. Die Blutkörperchen werden durch Frost kuglig und das Hämoglobin tritt in Lösung gerade so, wie durch den Einfluss einer Wärme von 50—60° C. Die Abschnürungen und Theilungen der Blutkörperchen, welche ich bei den successive eintretenden Temperatursteigerungen beobachtete, sind bei Kältewirkung bisher freilich nicht zur Wahrnehmung gekommen, vielleicht nur desshalb nicht, weil man es unterliess, ein einzelnes Blutkörperchen während des Gefrierens genau zu verfolgen. Ich verweise hier noch auf die Versuche von Sachs über das Erfrieren von Pflanzen [2]) und die Controllversuche bei höheren Temperaturgraden [3]), sowie auf Kühne's Untersuchungen über den Einfluss der Kälte auf die Staubfadenhaare von Tradescantia [4]).

Bei Betrachtung der merkwürdigen Gestaltveränderungen, welche die rothen Blutkörperchen des Menschen und der Thiere bei einer Temperatur über 50° C. eingehen, werden wir sofort erinnert an ähnliche Umwandlungen, denen nach Kölliker's Beobachtung die rothen Körperchen des Froschblutes unterliegen, wenn sie mit

1) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Wien Bd. 46. Versuche und Beobachtungen am Blute.

2) Berichte der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften v. J. 1860.

3) Flora 1864, p. 71 ff.

4) Protoplasma p. 101.

concentrirter Harnstofflösung in Berührung kommen. Preyer hat neuerlichst diese Beobachtungen wiederholt und Abbildungen zu denselben geliefert [1]), welche, wie seine Beschreibung, beweisen, dass dabei im Wesen ganz gleiche Formänderungen vorkommen, wie sie durch die höheren Temperaturgrade hervorgerufen werden. Aber auch ganz spontan können die Blutkörperchen des Frosches derartige Veränderungen ihrer Gestalt eingehen, wie Rindfleisch [2]) und Preyer gezeigt haben, und diese Beobachtungen sind für eine Deutung der Vorgänge auch in den Säugethierblutkörperchen von besonderer Bedeutung.

Es handelt sich dabei wesentlich um zwei die Natur der rothen Blutkörperchen betreffende Fragen. Sind dieselben mit einer vom Inhalte verschiedenen Membran ausgerüstet, und haben wir Ursache, der Substanz der genannten Körperchen Contractilität zuzuschreiben? Beide Fragen sind erst in der neuesten Zeit aufgeworfen worden, und vor der Hand wohl kaum entscheidend zu beantworten. Zunächst ist zu berücksichtigen, dass Mensch, Säugethiere und Frosch, an denen man am meisten experimentirte, sich durchaus nicht in allen Beziehungen gleich verhalten. Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass die rothen Blutscheibchen des Menschen und der Säugethiere, wie ich schon früher hervorhob [3]), aus einer vom Protoplasma contractiler Zellen so durchgreifend verschiedenen Substanz bestehen, dass, da ihnen zugleich ein Kern fehlt, der Name »Zelle«, mit dem sie vielfach belegt werden, ihnen nicht zukommt. Da nun weiter von mir oben nachgewiesen worden, dass an den rothen Blutkörperchen Erscheinungen von Contractilität bei Temperaturen, die sonst zur Hervorrufung von Gestaltveränderungen ausserordentlich geeignet sind, nicht zur Beobachtung gelangen, so wird man anstehen, diejenigen Umwandlungen, welche sie bei einer Temperatur über 50° C., die nachweislich den Tod jedes contractilen Gewebes zur schnellen Folge hat, eingehen, ohne Weiteres einer lebendigen Contractilität zuzuschreiben. Anders verhält es sich mit den Froschblutkörperchen. Ihnen kommt nicht nur ein Kern zu, sondern auch die Substanz derselben scheint, wie namentlich Hensen [4]) hervorhob, zum Theil noch dem Protoplasma, also der con-

1) Virchow's Archiv XXX, Taf. XV, Fig. 35 a—g.

2) Experimentalstudien über die Histologie des Blutes, Fig. 1 e.

3) Ueber Muskelkörperchen etc. p. 23.

4) Zeitschrift f. wissensch. Zoologie Bd. XI, 1861, p. 253.

tractilen Substanz derjenigen Zellen ähnlich oder gleich, aus welchen sie bei der Entwickelung hervorgingen. Wenn wir bei solchen Zellen Gestaltveränderungen ablaufen sehen, wie sie Preyer so ausführlich beschrieben und abgebildet hat, so werden wir uns auch seiner Deutung, dass es sich hier um eine der Contractilität des Protoplasma analoge Erscheinung handle, anschliessen können. Freilich dürfen wir dabei nicht ausser Acht lassen, dass es gerade absterbende, in Extravasatblut enthaltene und entschieden ihrer endlichen Auflösung entgegengehende Körperchen waren, an denen diese Beobachtungen vorzugsweise gemacht wurden, und dass demnach auch noch nach einer anderen Seite hin ein Ausweg bleibt. Nehmen wir dazu die Versuche Rollet's über den Einfluss electrischer Schläge auf die rothen Blutkörperchen, aus denen dieser mit Blutuntersuchungen so vertraute, gewandte Forscher Gründe abnimmt, der Klebs'schen Ansicht von der Contractilität der rothen Blutkörperchen auf das entschiedenste entgegenzutreten, so wird zugegeben werden müssen, dass zunächst der tiefgreifende Unterschied zwischen Zellen-Protoplasma und Substanz eines rothen Blutkörperchens nur befestigt erscheint. Was aber die Frage nach der Existenz einer Membran auf der Oberfläche der rothen Blutkörperchen des Menschen betrifft, so stehe ich keinen Augenblick an, mich auf die Seite von Brücke und Rollet[1]) zu stellen, welche hervorheben, dass kein haltbarer Grund zur Annahme einer solchen vorliege. Rollet's Versuche durch mechanische Eingriffe Blutkörperchen in alle mögliche Gestalten und zur Theilung zu bringen, und die Thatsache, dass jedes Theilstück sofort Kugelform annimmt, lassen sich so wenig mit der Existenz einer vom Inhalt des Blutkörperchens verschiedenen Membran vereinigen, dass es kaum noch der neuen Angriffe gegen die Membran bedarf, welche wir aus dem Verhalten der Blutkörperchen bei 50° C. und darüber entnehmen. Die Art wie das Blutscheibchen bei dieser Temperatur sich in Stücke theilt, die sich alle sofort in Kugeln umwandeln, und die nicht etwa blos Tropfen einer Flüssigkeit sind, sondern, wie die Behandlung mit Wasser zeigt, aus einem Stroma und einer Hämoglobinlösung bestehen, gerade so, wie das unveränderte Blutkörperchen, ferner die proteisch verschiedenen Gestalten, welche

---

1) Brücke, die Elementarorganismen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Wien 1861, Bd. 44, p. 388. Rollet, Versuche und Beobachtungen am Blute. Ebenda Bd. 46.

die Blutkörperchen bei 52° annehmen können, von denen unsere Figg. 14 und 15 eine Anschauung geben: alles dies bildet immerhin ein äusserst belehrendes und überzeugendes Object, wenn es sich um Beurtheilung des eigenthümlichen Aggregatzustandes der Blutkörperchen handelt, und muss schwer ins Gewicht fallen, wenn die Gründe für und wider eine Membran gegen einander abgewogen werden sollen.

Was hier über das Verhalten der rothen Blutkörperchen berichtet wurde, bezieht sich alles auf die gewöhnliche Form derselben, auf die bekannten scheibenförmigen Körperchen. Ich bin aber nicht der Ansicht derer, welche meinen, dies sei die einzige Form rother Blutkörperchen beim Menschen. Ich finde in dem meinigen und in dem Blute einiger anderer Personen constant eine geringe und nach den Tageszeiten schwankende Zahl kleiner, kugliger, rother Blutkörperchen (Fig. 2) von 0,005—0,006 Mm., und von diesen allmählige Uebergänge zu den gewöhnlichen scheibenförmigen von 0,008 bis 0,010 Mm. Durchmesser. Dieselben betheiligen sich nicht an der geldrollenförmigen Gruppirung der Blutscheibchen, und sind also, wie die farblosen, in den Zwischenräumen zwischen den Rollen zu finden. Einige haben ein Ansehn wie feinzackig, andere wie feingranulirt, wozwischen oft schwer zu entscheiden ist. Dem berechtigten Verdacht gegenüber, dass diese kleinen und kugelrunden Körperchen erst nachträglich auf dem Objectträger entstanden seien, muss ich anführen, dass ich mich durch möglichste Vorsicht und Schnelligkeit in der Anfertigung der Präparate sowohl vor Verdunstung als vor Beimischung von Sekret der Schweissdrüsen u. dergl. m. zu schützen suchte. Immerhin gebe ich zu, dass ein vollgültiger Beweis für ihre Präexistenz im kreisenden Blute fehlt, und unterlasse ich es daher hier auch, auf die zahlreichen in der Literatur verzeichneten Angaben und die Meinungsverschiedenheiten über diese Körperchen einzugehen, über welche ein endgültiges Urtheil fällen zu können ich mich bisher vergeblich bemüht habe. Wenn schon im gesunden Zustande des Blutes die Neigung der scheibenförmigen Körperchen kuglig zu werden sehr gross ist, so nimmt dieselbe, wie mich zu überzeugen ich mehrfach Gelegenheit hatte, bei starkem Fieber bedeutend zu, daher Aderlass- und Schröpfblut, wenn es nicht sofort zu mikroskopischen Präparaten verwandt wird, nur mit grösster Vorsicht zu Schlüssen in dieser Richtung benutzt werden darf. Das Blut einer an embolischer Pneumonie erkrankten Wöchnerin, welches ich aus Fingern und dem Arm entnahm, konnte

ich kaum schnell genug unter das Deckgläschen bringen, um scheibenförmige Körperchen zu sehen. Lies ich dasselbe nach der Rindfleisch'schen Methode langsam in den capillaren Raum unter das Deckgläschen eintreten, so fand sich der grösste Theil der rothen Körperchen sphärisch umgestaltet, während in einem schnell auf dem Objectträger aufgefangenen und sofort mit dem Deckgläschen bedeckten Tropfen die Zahl der sphärischen viel geringer war. Aderlassblut derselben Kranken, welches noch vor dem Gerinnen in eine enghalsige Flasche gefüllt war, die mir zugestöpselt durch die Güte meines Collegen Veit sofort zukam, enthielt 1—2 Stunden nach dem Aderlass, zu welcher Zeit ich die erste Untersuchung vornahm, sehr viele kleine sphärische Blutkörperchen. Ueber das Blut dieser Kranken habe ich sonst nur zu berichten, dass sich dasselbe ungemein reich an farblosen Elementen zeigte [1]), welche alle der feingranulirten Form angehörten, dass es aber andere fremdartige Bestandtheile der mikroskopischen Untersuchung nicht darbot, auch nur sehr arm an den gleich noch zu erwähnenden, normal oft sehr reichlich im Blute enthaltenen Körnchenbildungen war.

Im Blute ist gewiss kein Bestandtheil gleichgültig und so will ich denn zum Schluss nachdrücklichst auf einen bisher fast ganz unbeachtet gelassenen, dennoch normalen Formbestandtheil des menschlichen Blutes aufmerksam machen. Ich finde in meinem und dem Blute zahlreicher anderer darauf untersuchten Personen mittleren und jugendlichen Alters mehr oder minder reichlich unregelmässig gestaltete Klümpchen farbloser Kügelchen, von sehr verschiedener Grösse, je nachdem sie aus wenigen oder vielen Kügelchen zusammengesetzt sind. Die letzteren messen einzeln höchstens 0,001—0,002 Mm., und kommen auch einzeln im Blute vor, viel häufiger sind sie zu locker zusammenhängenden, nicht scharf umschriebenen Gruppen vereinigt, in denen eine feinkörnige Masse sie untereinander verklebt. So finde ich sie zu 3, 4, aber auch zu 30 und mehr, unter Umständen zu hunderten vereinigt, deren Plaques dann bei ganz unregelmässiger Gestalt einen längsten Durchmesser von

1) Den Reichthum an farblosen Körperchen beobachtete auch Schulten im Blute einer an Puerperalfieber Erkrankten (Virchow's Archiv Bd. XIV, 1858, p. 503). Ich habe denselben in höchst auffallendem Grade bei einer zweiten an Thrombose leidenden Wöchnerin constatirt, welche später genas. Vor allen Dingen wird natürlich der im Wochenbette normale Zustand festzustellen sein, ehe diesen vereinzelten Beobachtungen ein Werth beigelegt werden kann.

0,08 Mm. und darüber haben können. Die Kügelchen selbst sind ganz farblos, homogen oder wenig feinkörnig und in der Art ihrer Lichtbrechung von der umgebenden Blutflüssigkeit nur wenig unterschieden, daher blass und schon ihrer geringen Grösse wegen, welche 6—8 mal geringer als die der rothen Blutkörperchen ist, nur mit guten starken Linsen einzeln zu erkennen. Aber nicht immer stellen sie regelmässige Kugeln dar, oft sind sie eckig verzogen, besitzen dann meist etwas schärfere Contouren und auch ein deutlicher körniges Ansehn. Auch die Gruppen derselben brechen das Licht schwach und sind nur in sehr dünn ausgebreitetem Bluttropfen gut zu sehen. Farbige Elemente sah ich sie nie einschliessen, auch eine Beziehung zu den farblosen Blutkörperchen vermochte ich nicht aufzufinden. Die Gebilde machen ihrer unregelmässigen Gestalt und Grösse wegen und nach ihrer ganzen Bildung aus verschieden grossen blassen Körnchen entschieden den Eindruck im Zerfall befindlicher Gewebstheile. Aber ihr Ursprung ist noch nicht erforscht. Am wahrscheinlichsten könnte man halten, dass sie aus zerfallenen farblosen Körperchen der feingranulirten Form hervorgegangen seien. Doch bleibt dies ungewiss, so lange wir über das endliche Schicksal dieser und der anderen farblosen Körperchen des Blutes im Dunkeln sind. Ihr Verhalten gegen Reagentien bestätigt die aus ihrem Ansehn zu gewinnende Vermuthung, dass sie aus einer dem Protoplasma der Zellen verwandten Eiweisssubstanz bestehen. In Wasser quellen die grösseren Körnchen deutlich an, und werden zu sehr blassen, hellen Kugeln, in verdünnter Essigsäure erhalten sich die Plaques längere Zeit, werden aber im Ganzen sehr durchsichtig, wobei jedoch einzelne der grösseren Kügelchen unter Schrumpfung etwas schärfere Contouren annehmen. In verdünnter Kalilauge verschwinden sie vollständig. Auch im schnell getrockneten Blute lassen sie sich deutlich erkennen, und werden jetzt weder von Alcohol noch Aether angegriffen. Aber die Masse der Kügelchen oder der Zwischensubstanz dem lebendigen Protoplasma an die Seite zu stellen, dazu liegt kein bestimmter Grund vor. Denn, was das wichtigste ist, die Fähigkeit zu spontaner Gestaltveränderung geht diesen Bildungen ab. Ich habe weder bei Zimmer- noch bei Körpertemperatur auf dem warmen Objecttische Bewegungen an ihnen wahrnehmen können. Sie erhalten allerdings unter Umständen das Ansehn, als wenn Strahlen feinkörnigen Protoplasmas von ihnen ausgingen, ähnlich wie bei der von mir beschriebenen Amoeba porrecta des Mittelmeeres. Aber diese Erscheinung

hängt nur mit der Gerinnung des Faserstoffes zusammen. Indem die Körnchenhaufen von den feinen Fäden des unter dem Deckgläschen gerinnenden Blutes eingeschlossen werden (vergl. Fig. 18), ziehen viele Fäden durch die Körnchenhaufen hindurch. Auch gewinnt es oft den Anschein, als wenn die Gerinnung von den letzteren ausginge. Jedenfalls sind die Strahlen keine Fortsetzungen der körnigen Masse selbst, sondern nur Fäden geronnenen Faserstoffes.

Liegt es nach dem Vorgebrachten näher, die fraglichen Gebilde für Produkte einer Gewebsauflösung, für Detritusbildungen, als für entwicklungsfähige Elementartheile zu halten, so stehe ich doch an, einen auf diese rückschreitende Metamorphose deutenden Namen ihnen schon jetzt beizulegen, und ziehe einen indifferenten, nach keiner Seite präjudicirlichen, nämlich »Körnchenbildungen« vor. Indem ich diese Bezeichnung hier einführe, muss ich aber sofort an die mannigfachen anderen »Körnchen« erinnern, welche schon im Blute beobachtet und vielfach erwähnt sind. Namentlich wären dreierlei Bildungen hier ins Auge zu fassen, welche zum Theil mit unseren Körnchenbildungen zusammenfallen oder verwechselt sein mögen. Als ein häufigerer Bestandtheil der Blutflüssigkeit werden namhaft gemacht Elementarkörnchen fettiger Natur. Von diesen sagt Kölliker (Mikroskopische Anatomie p. 575 und Handbuch der Gewebelehre 1863, p. 624), dass sie mit denen des Chylus vollkommen übereinstimmen, d. h. »unmessbar feine Körnchen sind, die wie H. Müller gezeigt hat, aus Fett und einer Hülle eines Eiweisskörpers bestehen, und im milchweissen Chylus, dessen Farbe sie allein bedingen, in ungeheurer Zahl enthalten sind, während sie in der mehr farblosen Lymphe entweder ganz fehlen oder nur spärlich und vereinzelt auftreten.« Im Blute »finden sie sich in sehr wechselnder Zahl, bald sehr spärlich oder gar nicht, bald in grösserer selbst ungeheurer Menge, so dass sie dem Serum eine weissliche, selbst milchweise Farbe ertheilen. Nach Allem was wir wissen, müssen sich dieselben jedesmal, wenn durch den Chylus Fett in das Blut übergeführt wird, finden, also auch bei ganz gewöhnlicher Nahrung 3—6 Stunden und länger nach der Aufnahme derselben, scheinen jedoch in vielen Fällen während des Durchgehens des Blutes durch die Lungen zu schwinden, indem wenigstens Nasse (Wagners Handwörterb. I, p. 126) u. A. bei gesunden Leuten im Körperblute dieselben stets vermissten, was ich selbst für mein Blut bestätigen kann«. Es handelt sich hier um Fettkörnchen von starker Lichtbrechung, welche in irgend erheb-

licher Menge in der That selten im Blute vorzukommen scheinen. Mir sind dergleichen bisher noch nicht aufgefallen. Eine Verwechselung mit unseren Körnchenbildungen ist aus doppeltem Grunde kaum anzunehmen, einmal wegen der ganz verschiedenen Art der Lichtbrechung, und dann desshalb, weil die Fettkörnchen stets einzeln, unsere Körnchen dagegen fast immer in kleineren oder grösseren Gruppen vereinigt vorkommen. Eine grosse Aehnlichkeit dürften unsere Körnchenplaques dagegen haben mit den von Kölliker zu den »aussergewöhnlichen oder selteneren Bestandtheilen des Blutes« gerechneten [1]) »blassen feinkörnigen, rundlichen Haufen im Blute der Milzvene (Funke) und im Blute der Milz und und Leber bei säugenden Thieren (ich). Im letzteren Falle sind es 0.01—0,02''' grosse, nicht scharf umschriebene Massen, deren Körnchen in Wasser bis zu 0,0005—0,0008''' aufquellen. Dieselben vergehen in Kali rasch und in Essigsäure nach und nach, werden dagegen von Aether und Alcohol nicht angegriffen und scheinen demzufolge vorzüglich aus einem leicht löslichen Eiweisskörper zu bestehen«. Es scheint mir kaum zweifelhaft, dass es sich hier um verwandte Bildungen handelt, die denn also nach meinen Untersuchungen als allgemeiner im Blutstrom verbreitet anzusehen sind, wenn auch bei verschiedenen Individuen variirend und vielleicht in derjenigen Grösse und Menge, wie das Milz- und Lebervenenblut sie beherbergt, in anderen Körpergegenden nicht oder nur ausnahmsweise vorhanden. Endlich muss ich der Zimmermann'schen »Elementarkörperchen« gedenken [2]), denen trotz wiederholter eindringlicher Gegenvorstellungen seitens ihres Entdeckers [3]) das Bürgerrecht versagt geblieben ist. Ob sich Jemand in neuerer Zeit eingehender als Hensen mit denselben beschäftigt hat [4]), ist mir nicht bekannt geworden. Auch dieser Forscher kommt aber wie andere frühere zu dem Resultate, dass diese Elementarkörperchen Kunstprodukte seien, entstanden aus den farblosen und farbigen Blutkörperchen unter Einwirkung der Salzlösungen, welche Zimmermann als besonders geeignet empfohlen hat, um in ihnen die in Rede stehenden Körperchen wahrzunehmen.

---

1) Gewebelehre 4. Aufl. 1863, p. 630.

2) Rust's Magazin f. d. gesammte Heilkunde Bd. 66.

3) Virchow's Archiv Bd. XVIII, 1860, p. 221. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. XI, p. 344.

4) Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. XI, p. 259.

In den neueren Handbüchern der Gewebelehre [1]) sind dieselben unerwähnt geblieben. Virchow [2]) hält »die von Zimmermann beschriebenen Gebilde für ausgetretenen Inhalt der Blutkörperchen, der in ganz frischem Blute kaum vorkommen dürfte.«

Es kann gewiss keinem Zweifel unterliegen, dass die Mischung des Blutes mit den Salzlösungen, welche Zimmermann empfiehlt, um seine Elementarkörperchen in möglichst reichlicher Menge zu sehen, zu Veränderung der rothen Blutkörperchen Veranlassung giebt, der Art, dass sie klein und kuglig werden wie die grösseren unter den Elementarkörperchen. Die ganze haltlose Hypothese Zimmermann's von der Umwandlung seiner Elementarkörperchen in farbige Blutbläschen beruht auf dem Mangel einer Unterscheidung solcher künstlich veränderter Blutkörperchen von den kleineren farblosen Gebilden, die normal im Blut vorkommen. Ich habe auch Aderlassblut solcher Kranken, die an Pneumonie litten, untersucht, in denen Zimmermann ebenfalls seine Elementarkörperchen besonders reichlich findet, und glaube dåss auch hier wie in dem Blute anderer an heftigem Fieber darnieder liegender Kranken die zahlreichen sphärisch gewordenen Blutkörperchen zu Täuschungen Veranlassung gegeben haben. Aber ich kann nicht läugnen, dass die kleinsten Formen der Zimmermann'schen Elementarkörperchen, die frühesten Entwickelungsstufen derselben, aus denen dann nach und nach die rothen Blutbläschen werden sollen, unseren »Körnchenbildungen« sehr nahe stehen, und kaum von ihnen verschieden sein dürften. Neben der geringen Grösse und dem Mangel stärkerer Lichtbrechung sowie dem Verhalten gegen Reagentien stimmt auch die Angabe [3]), dass sie »oft in Schollen oder Kugelgruppen vereinigt liegen«. Wenn ich also auch einen Theil der Zimmermann'schen Elementarkörperchen als den unsrigen fremdartige Gebilde und wahrscheinlich nachträglich veränderte rothe Blutkörperchen ausscheiden muss, so bleibt doch ein anderer Theil übrig, den ich den geringschätzigen Urtheilen und Angriffen Mancher gegenüber in Schutz nehmen muss, wenn ich auch über ihre Bedeutung anderer Ansicht als Zimmermann bin.

Die Körnchenbildungen im Blute des Menschen seien also hiermit allen denen, welche sich eingehender mit dem Blute beschäf-

1) Von Gerlach, Kölliker, Leydig, Frey.

2) Cellularpathologie 3. Aufl. 1862. p. 209.

3) Virchow's Archiv XVIII, p. 229.

tigen, angelegentlichst empfohlen. Das Material, welches mir vorlag, hat noch keine Anhaltspunkte zur Beurtheilung ihrer etwaigen Bedeutung für pathologische Processe gegeben. Doch ist es vielleicht nicht Zufall, dass ich sie am allerreichlichsten in dem Blute einer anaemischen Frau, und zwar mehrere Monate constant in gleich grosser Menge gefunden habe.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I.

Fig. 1. Der heizbare Objecttisch von unten gesehen, in halber natürlicher Grösse. aa, aa Holzleistchen, welche an die Unterseite des messingnen Objecttisches befestigt sind. Zwischen ihnen liegt in der Mitte der Behälter aus Messingblech für die mit Quecksilber gefüllte Spirale des Thermometers, welche die centrale Blendungsöffnung umkreist; bb die beiden Arme, unter welche die Lampen gestellt werden; c die Skala des Thermometers; ee die Stellen, an welchen die Klemmschrauben am passendsten angebracht werden.

» 2. Die v. Recklinghausen'sche feuchte Kammer in der auf dem heizbaren Objecttische von mir benutzten Form.

Taf. II.

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind bei der gleichen 7—800 mal. Vergrösserung gezeichnet und betreffen nur das Blut des Menschen.

Fig. 1. Rothe Blutscheibchen der gewöhnlichen Grösse.

» 2. Kleine sphärische rothe Blutkörperchen, welche sparsam zwischen den scheibenförmigen vorkommen.

» 3. Kleinste farblose Blutkörperchen, zum Theil mit 2 Kernen.

» 4. Mittelgrosse farblose Blutkörperchen, a. kuglig, b. unregelmässig zackig.

» 5. Grosse feingranulirte farblose Blutkörperchen, a. kuglig, b. zackig.

» 6. Grosse grobgranulirte farblose Blutkörperchen, a. kuglig, b. zackig, c. kleinere Form.

» 7. Feingranulirte Form mit einigen starklichtbrechenden kleinen Körnchen, welche den Uebergang der feingranulirten in die grobgranulirte Form bedingen.

» 8. Feingranulirtes farbloses Blutkörperchen bei 38° C. auf dem geheizten Objecttisch, in lebhaft kriechender Bewegung. Die gezeichneten Formen stellen also ein und dasselbe Körperchen in seinen rasch aufeinander folgenden Gestaltveränderungen dar.

Fig. 9. Mehrere grobgranulirte farblose Blutkörperchen in ihren bei 38° C. stattfindenden kriechenden Bewegungen gezeichnet. Die unbezeichneten mit einem Kern und die mit 2 bezeichneten mit zwei Kernen stellen successive aufgetretene Veränderungen je eines Körperchens dar.

» 10. Feingranulirtes Blutkörperchen, welches bei Körpertemperatur Zinoberkörnchen aufgenommen hat.

» 11. Ein desgleichen mit Anilinblau gefüttert.

» 12. Ein grobgranulirtes Körperchen, welches Anilinblau aufgenommen hat.

» 13. Ein feingranulirtes Blutkörperchen aus einem mit Milch verdünnten Tropfen Blut, hat bei Körperwärme 5 Milchkügelchen in sich aufgenommen.

» 14. Rothe Blutkörperchen des Menschen bei 51—52° C. Aus den links liegenden, noch unveränderten gehen unter Bildung von Einkerbungen und Abschnürungen die anderen Formen hervor.

» 15. Dasselbe Blut, nachdem die Abschnürungen und Gestaltveränderungen sämmtliche Blutkörperchen ergriffen haben.

» 16. Dasselbe Blut eine Viertelstunde später. Sämmtliche Blutkörperchen sind in kleinere und grössere kuglige Stücke getheilt.

» 17. Die Körnchenbildungen, welche normal im Blute des Menschen oft in grosser Menge vorkommen.

» 18. Dieselben, nachdem der Faserstoff des Bluttropfens unter dem Deckgläschen geronnen ist.

Zur

Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken.

Von

Fr. Leydig in Tübingen.

Wer, wie es beim Schreiber dieses der Fall ist, sich geraume Zeit fast ausschliesslich mit der Organisation der Gliederthiere beschäftigt hat, wendet sich mit einem eigenen Interesse zum Studium der Weichthiere zurück. Bieten doch, dem ersten Blick nach, eine mit ihrem Gehäus sich schleppende Schnecke und ein behendes geflügeltes Insect so wenig Vergleichungspunkte dar, dass man die Ansicht jener Naturforscher völlig gelten zu lassen geneigt sein könnte, welche in einer Schnecke und einem Insect die Verkörperung zweier von Grund aus verschiedener Ideen oder Typen erblicken. So habe ich denn neuerdings an unseren einheimischen Weichthieren meine Arbeiten von früher wieder aufgenommen und hoffe an einem andern Orte ausführlicher hierüber berichten zu können.

Einstweilen erlaube ich mir einige Ergebnisse, die, schon im Frühjahr 1861 gewonnen, die Grundlage zu meinen Mittheilungen über das Nervensystem und die Wasseraufnahme der Lungenschnecken [1]) abgaben, hier zu erörtern, was um so eher geschehen darf, als unterdessen auch andre Beobachter hierauf Bezug genommen haben. Was ich ferner über den Bau der Sinnesorgane vorzubringen habe, rührt etwa aus der gleichen Zeit her.

Zur Zergliederung dienten mir Arten, wie sie gerade der Zufall bot; es waren vorzüglich Helix pomatia, H. hortensis, H. ericetorum, Limax agrestis, L. arborum, Arion hortensis, Limnaeus stagnalis.

---

1) In dem Aufsatz: Ueber das Nervensystem der Anneliden, Archiv f. Anatom. u. Phys. 1862. und in m. Buch: Vom Bau d. thierisch. Körpers. 1864.

I. Centrales Nervensystem.

1. Gesammtumriss und Deutung der einzelnen Abschnitte.

Will man die eigentliche unveränderte Gestalt des Schlundringes erkennen, so hat man, nach Herausnahme und Aufhellen desselben durch Essigsäure oder Kalilauge, ein Deckglas, welches die Theile doch immer etwas aus der Lage bringt, zu vermeiden. Ist diese Vorsichtsmassregel beachtet worden, so erscheinen als hervorstechende Eigenthümlichkeiten:

a) Eine kurze, die beiden obern Ganglienmassen verbindende Quercommissur. Das Neurilemm derselben ist sehr dick, viel dicker als an den seitlichen Ganglienmassen, und da dadurch der zwischen den beiden Hirnhälften übrig bleibende Raum ausgefüllt wird, so kann es, namentlich bei Helix pomatia, den Anschein gewinnen, als ob die seitlichen Gehirnganglien unmittelbar aneinander stossen, ohne durch eine Quercommissur auseinander gehalten zu sein. Weder die Figuren bei Swammerdamm noch die späteren von Home und Cuvier, allerdings wie man zur Entschuldigung beifügen muss, auf einer andern Untersuchungsmethode beruhend, sind hierin richtig; selbst die allerneuesten Darstellungen sind in diesem Punkte ungenau.

b) Die seitlichen Gehirnmassen sind nicht wie man nach genannten Autoren schliessen sollte, von einfach rundlicher oder ovaler Gestalt mit glatter Oberfläche; vielmehr zeigt sich auch hier, ähnlich wie bei manchen Anneliden, eine Sonderung in einzelne Abtheilungen, welche als Höcker oder Wölbungen in bestimmter Vertheilung vorspringen.

c) Bei allen genannten Schnecken ist die den Schlund umfassende Seitencommissur nicht einfach, wie solches die älteren Beobachter, welche Lungenschnecken zergliederten: Swammerdamm, Draparnaud, Cuvier, G. Carus u. A. annahmen, sondern deutlich jederseits doppelt. Die Länge der beiden Hälften ist nach den einzelnen Arten etwas verschieden; sehr kurz z. B. bei Limax agrestis, sind sie länger bei Arion hortensis, noch länger bei Helix hortensis.

Die Entdeckung, dass hier die Seitencommissuren jederseits

doppelt seien, hat Berthold (1834) gemacht, ist aber, wie mir scheint, bisher nicht genug gewürdigt worden. Da sich aber hiedurch der Schlundring der Gasteropoden wesentlich von dem der Arthropoden unterscheidet und nur noch bei einigen Anneliden sich vielleicht etwas ähnliches findet, so verdient dieser Bau alle Beachtung.

d) Die untere Ganglienmasse besteht in Uebereinstimmung mit dem Gedoppeltsein der Seitencommissuren jederseits aus zwei Partien, einer vordern und einer hintern. Zwischen beiden ist eine grössere mediane Lücke wahrnehmbar. Vermeidet man auch hier jeglichen Druck, so zeigt die hintere Abtheilung ebenfalls wieder eine Sonderung in beginnende folliculäre Abschnürungen.

Auch dieses Verhalten, mit Ausnahme der folliculären Abgrenzungen, hat bereits Berthold an Helix nemoralis und H. hortensis, sowie an den Limnäen nachgewiesen. Seit dieser Zeit unterscheidet man die vordere Portion oder das Ganglion pedale und die hintere Portion oder Ganglion viscerale.

Jüngst hat auch Walter von Helix nemoralis und Arion empiricorum Abbildungen in diesem Sinne veröffentlicht; was aber die von ihm befolgte Deutung der einzelnen Abschnitte betrifft, so kann ich ihm nicht ganz beistimmen. Walter nennt, wie diess eigentlich schon Berthold gethan, die über dem Schlund gelegene Masse sensitive Abtheilung. Die unter dem Schlund gelegene Masse, welche Berthold als Ganzes »Brustknoten« (Ganglion thoracicum) heisst und für den Sitz des »irritabeln Lebens« ansieht, entspricht nach Walter in seiner vordern Portion einer sympathischen Abtheilung und erst die hintere Portion sei motorisches Centrum.

Gegen diese Auffassung der vordern Portion als »sympathische Abtheilung« muss ich mich, abgesehen von andern Gründen, schon desshalb erklären, weil an dieser Abtheilung das Gehörorgan sich befindet. Nach genanntem Autor zwar läge dasselbe an der hintern oder motorischen Abtheilung, allein alle meine an obigen Arten angestellten Beobachtungen sprechen dagegen. Die Ohrblase gehört der vordern Portion oder dem Ganglion pedale an.

Mit dieser Thatsache lässt sich auch die Verwandtschaft zwischen den Nervencentren der Gasteropoden und den auf den ersten Blick soweit abliegenden der Muscheln näher bestimmen. Die vordere Portion der untern Schlundganglienmasse der Schnecken entspricht dem im Fusse der Muscheln liegenden Ganglion. Bei den Schnecken wie bei den Muscheln sitzt hier das Gehörorgan. Das am hintern

Schliessmuskel der Muscheln ruhende Ganglion hat sein Gegenüber in der hintern Portion der untern Schlundganglienmasse der Schnecken. Der Unterschied zwischen beiden Thiergruppen besteht darin, dass bei den Muscheln die einzelnen gangliösen Abtheilungen (Ganglion cerebrale, G. pedale, G. branchiale) weit auseinander stehen und daher durch sehr lange Commissuren verknüpft werden, während bei den Lungenschnecken das Ganglion pedale und G. viscerale (G. branchiale) durch zum Verschwinden kurze Commissuren zu einer scheinbar fast einzigen Masse zusammengerückt sind.

2. Feinerer Bau.

a) Nervöse Substanz.

Die Ganglienkugeln erreichen bei den Lungenschnecken zum Theil eine riesige Grösse. Es können einzelne von solchem Umfang sein, dass, wie ich mich anderwärts [1]) ausdrückte, sie sich zu den kleinsten Ganglienkugeln verhalten, wie etwa das Ei eines Frosches zum Ei eines Säugethieres. Alle Beobachter welche in neuerer Zeit den Schlundring der Lungenschnecken mit dem Mikroskop untersuchten, kommen daher immer wieder auf die enorme Grösse dieser Gebilde zurück. Ich bemerke noch dazu, dass solche gar grosse Ganglienkugeln indessen doch immer nur in geringer Anzahl vorhanden sind und, bei Helix hortensis z. B., ausschliesslich in der untern Portion des Schlundrings ihren Sitz zu haben scheinen.

Der Structur nach sind auch die Ganglienkugeln der Schnecken hüllenlose Ballen einer weichen, homogenen, zahlreiche Körnchen zusammenhaltenden Materie, welche ich Zellsubstanz genannt habe [2]). In jüngster Zeit haben sich auch andre Beobachter bezüglich der An- oder Abwesenheit einer Membran in gleicher Weise ausgesprochen. Die Zellsubstanz enthält nicht selten, z. B. bei Limnaeus stagnalis, zahlreiche orangefarbene Pigmentkörner. Der Kern kann bei eben genannten Schnecken bis zu acht Kernkörperchen besitzen. Dieselben zeigen oft noch in ihrem Innern eine centrale kugelige Abtheilung, wenn man will, einen Kern des Kernkörperchen.

---

1) Vom Bau d. thier. Körpers S. 83. Schon in m. Histol. S. 58 habe ich auf solche Ganglienkugeln wirbelloser Thiere hingewiesen und bemerkt, dass man sie mit freiem Auge sehen könne.

2) Vergl. Vom Bau d. thier. Körp. S. 84.

Es giebt auch im Gehirn der Schnecken multipolare Ganglienkugeln; sie sind aber, wenn man nur die mittelgrossen in's Auge fasst, seltener. Die meisten der letztern, sowie die ganz grossen haben die Tracht unipolarer Kugeln, entsprechen aber gar wohl multipolaren oder strahligen Zellen, da ihr breiter, bandartig platter Fortsatz sich weiter hin theilt und sich zuletzt in ein wahres Geflecht feiner Fasern auflöst [1]). Diese Verhältnisse sind auch von Walter [2]) Buchholz [3]) und Waldeyer [4]) richtig erkannt und zum Theil ausführlicher dargestellt worden.

Ich hatte schon wiederholt mitzutheilen, dass bei manchen Wirbellosen im Gehirn Gruppen oder Paquete von Ganglienkugeln sich vorfinden, die, abgesehen von ihrer Form durch die Beschaffenheit des Protoplasma sich von andern Partien abheben.« Auch hier bei den Lungenschnecken ist solches der Fall und unschwer zu beobachten. Bei Helix hortensis z. B. unterscheidet man in der obern Ganglienpartie, nach hinten und unten, jederseits ein Paquet eigenartiger Ganglienkörper mit dunklerem Inhalt. Die einzelnen Kugeln sind klein, etwa von der Grösse der menschlichen Schleimzellen und mit mehren kurzen Fortsätzen versehen. Bei Arion hortensis macht sich, wenn man das Gehirn ohne Deckglas vor sich hat, nach aussen von der Wurzel der Nerven zum obern Fühler ein halbkuglig vorspringender Follikel mit besondern Ganglienkugeln bemerklich. Bei Limnaeus stagnalis markirt sich nicht minder von den verschiedenen halbkugligen Abtheilungen der beiden Hälften der obern Schlundportion eine, zunächst der verbindenden Quercommissur liegende Partie. Die Zellen derselben sind alle sehr klein und farblos, während die Ganglienkörper der drei andern Abtheilungen orangefarbig sich zeigen.

Ueber die Art und Weise wie die Fortsätze der Ganglienkugeln zu den aus dem Schlundring austretenden Nervenfasern sich verhalten, habe ich zuerst auf eine den frühern Beobachtern unbekannt gebliebene Textur der Ganglien hingewiesen.

---

1) Vergl. a. a. O. S. 88.

2) Mikroskop. Studien über d. Centralnervensyst. wirbelloser Thiere, Bonn. 1863.

3) Bemerkungen üb. d. histol. Bau d. Centralnervensystems der Süsswassermollusken. Arch. f. Anat. u. Phys. 1863.

4) Unters. üb. d. Ursprung u. Verlauf des Axencylinders bei Wirbellosen und Wirbelthieren, Zeitschrift f. rationelle Medicin. III. A. Bd. XX.

Schon vor zehn Jahren machte ich[1]) nämlich aufmerksam, dass bei den Spinnen den Kern des Gehirns eine feine Punktmasse bilde und um diese herum, einer Rindenschicht gleich, sich die Ganglienzellen gruppiren. Später[2]) sah ich bei Insecten und Krebsen dieselbe Erscheinung. Auch hier bestanden die Nervencentren aus einer granulären Mitte und einer peripherischen Zellenschicht. Einige Jahre darauf[3]) konnte ich das Gleiche von den Anneliden und den Lungenschnecken anzeigen, somit nach und nach fast aus allen Hauptabtheilungen der Wirbellosen. Das Nähere hinsichtlich der Anneliden und der Arthropoden findet sich in meinem Werke vom Bau des thierischen Körpers[4]). Bei den Insecten ist die moleculare Kernsubstanz der Ganglien am reichsten unter allen Theilen des Ganglions mit der Endausbreitung der Tracheen versorgt.

Hier bei den Lungenschnecken kann man sich diese granuläre Mitte der Ganglienabtheilungen leicht vorführen. Es genügt gewöhnlich, um sie sichtbar zu machen, der Druck eines aufgelegten Deckglases. An Limnaeus z. B. hebt sich dann die rothgelb gefärbte, aus Ganglienkugeln bestehende Rinde sofort von der grauen centralen Punktsubstanz ab. Auch bei Helix, Limax und Arion vermag man die gleiche Differenzirung sich leicht vor die Augen zu bringen und ferner sich davon zu vergewissern, dass die aus den Ganglien hervortretenden Nerven mit ihrer Fasern eigentlich in dieser Punktsubstanz wurzeln.

Für diese von mir zuerst unterschiedene Partie der Nervencentren habe ich die Bezeichnung Punktsubstanz gewählt, weil sie zunächst das Aussehen moleculärer Masse darbietet. Aber ich habe längst[5]) gewusst, dass die Punktmasse zum Theil eine fibrilläre Anordnung habe, andrerseits dass die sie zusammensetzenden Körnchen zu netzförmig gestrickten Fäserchen, mit andern Worten zu einem Gewirr feinster Fäserchen verknüpft seien.

Nach mir hat Walter (a. a. O.) dieser eigenthümlichen innern Partie der Nervencentren gedacht und als ein feines Fasersystem, welches sich innerhalb der Ganglien vorfinde, beschrieben.

1) Zum feineren Bau d. Arthropoden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855.
2) Naturgesch. d. Daphniden. 1860, S. 35.
3) Ueb. d Nervensyst. d. Anneliden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1862. S. 118,
4) z. B. S. 89, S. 91, S 152, S. 226 ff.
5) Naturgesch. d. Daphniden. 1860, S. 159.

Die jüngsten Beobachtungen über den gleichen Gegenstand rühren von **Buchholz** und **Waldeyer** her. Beide Autoren verbreiten sich im Näheren darüber, dass die »Punktsubstanz« aus feinen und feinsten Fäserchen, welche dicht verfilzt und verflochten seien, bestehe.

Durch meine frühern Nachweisungen [1]), erstens dass im Innern der Nervencentren eine Punktsubstanz von fibrillärer Anordnung sich finde und zweitens, dass die gegen diese Punktsubstanz gerichteten Ausläufer der Ganglienzellen sich in sehr feine Fibrillen auflösen, demnach je ein breiter Stiel grosser Ganglienkugeln in eine Menge von Fäserchen zerfällt, musste auch die herkömmliche Annahme über das Verhalten der Ganglienzellen als Ursprungsstätten der Nervenfasern eine Abänderung erfahren.

Ich machte bemerklich, dass man bei jeder Präparationsweise sich zwar ohne Mühe die Stiele der Ganglienkörper zur Anschauung bringen kann, dass sie aber, will man sie weiter verfolgen, abreissen, was eben da geschehe wo sie in die Punktsubstanz einsetzen. Wenn man nun in bisher üblicher Weise annahm, die Stiele der Ganglienkugeln treten auf der andern Seite des Ganglions als Nervenfasern heraus, so war dieser Satz erschlossen, aber er ruhte nicht auf vollkommener Beobachtung.

Durch mich ist dann dargethan worden, dass zwischen den Stielen der Ganglienkugeln und den Anfängen der ausgetretenen Nervenfasern noch ein mittleres Element eingeschoben sei, jenes nämlich, was ich die centrale Punktsubstanz nannte. Da ich nun gesehen hatte, einmal dass die Stiele der Ganglienkugeln in feine Fäserchen da zerfallen, wo sie mit der Punktsubstanz zusammenhängen, andrerseits letztere selbst, wenigstens theilweise, eine fibrilläre Anordnung zeige, so habe ich bereits in meiner Abhandlung über das Nervensystem der Anneliden (1862) es für wahrscheinlich erklärt, dass die aus den einzelnen Ganglien austretenden Nervenfasern »als neue Einheiten einer Anzahl der verschmolzenen Fäserchen zu betrachten seien«.

Dabei stellt sich aber von selbst eine andre nicht unwichtige Frage ein. Bleiben die durch Auflösung des Stiels einer Ganglienkugel entstandenen Fäserchen, da wo sie im weiteren Verlauf die Punktsubstanz zusammensetzen, gesondert oder geschieht ein Aus-

1) A. a. O. (Arch. f. Anat. u. Phys. 1862, S. 117.)

tausch, eine Verflechtung der Fäserchen verschiedener Stiele? Stammt somit die aus eben solcher fibrillären Punktsubstanz sich zusammensetzende und das Ganglion verlassende Nervenfaser aus Einem Ganglienkugelstiel her oder ist sie ein Gemeng aus mehren Ganglienkugeln?

Es wird schwierig bleiben, diese Frage sicher zu beantworten, jedoch ist mir die letztere Annahme unterdessen in hohem Grade wahrscheinlich geworden, und zwar aus dem Grunde, weil sich mir die Punktsubstanz mehrmals als aus netzförmig gestrickten Fäserchen zusammengesetzt dargestellt hat [1]).

Man erlaube mir gegenüber einem Gegenstande, welcher der Natur der Sache nach wohl schwerlich durch directe Beobachtung ausser allen Zweifel zu setzen sein wird, an den von mir zuerst ausgesprochenen Gedanken [2]) zu erinnern, dass es sich bei histologischen Forschungen, sobald wir genauer zusehen können, fast immer um Wiederholung der gröberen Structurverhältnisse handelt. In welchem Verhältniss sehen wir aber bei geringer Vergrösserung das Ganglion zu den austretenden Nervenstämmen? Die unmittelbare Beobachtung zeigt, dass ein solcher Nervenstamm seine Elemente aus den verschiedensten Gegenden eines Ganglions erhält, dass mit andern Worten der faserige Inhalt eines Nervenstammes ein Gemeng von Fasern der verschiedensten Gegenden eines Ganglions sei. So lange es nun nicht gelingen wird, das Gegentheil zu beweisen, bin ich auf Grund meiner Beobachtungen über die Beschaffenheit der granulären Mitte der Ganglien und im Vertrauen auf die Richtigkeit des Satzes, dass es sich bei all diesen Studien nur um Wiederholung bereits im Gröberen erkannter Verhältnisse handelt, der Ansicht, dass die feinen fibrillären Elemente, welche eine sogenannte Nervenprimitivfaser zusammensetzen, ihren Ursprung in der That aus verschiedenen Ganglienkugeln herleiten.

In diesem innigen Austausch und der manchfaltigsten Verflechtung oder Durchstrickung der durch Auffaserung der Stiele der Ganglienkugeln entstandenen Faserelemente scheint gerade ein wesentlicher Charakter cerebrospinaler Centren zu liegen. Ich glaube wenigstens bei Insecten gesehen zu haben, dass die sympathischen Ganglien eine centrale Punktsubstanz nicht besitzen [3]). Und bei den

1) Vom Bau d. thierisch. Körpers S. 91.
2) Histologie d. Mensch. u. d. Thiere, Vorrede S. V.
3) Vom Bau d. thier. Körpers, z. B. S. 202, S. 243.

Anneliden an den unbezweifelbar sympathischen Magendarmnerven geschieht auch die Verbindung der Stiele der Ganglienkugeln ohne vermittelnde Punktsubstanz, indem die Ausläufer der Ganglienkugeln geradezu als streifige Nervenfasern sich fortsetzen. Dasselbe gilt von den zwei grossen, nicht mit den übrigen zusammengruppirten Ganglienkugeln des Bauchmarks, welche bei Hirudineen nach beiden Seiten unmittelbar in eine Primitivfaser fortgehen [1]).

b) Neurilemm.

Das Neurilemm des Schlundringes und der davon abgehenden Nerven ist im Allgemeinen als dick, ja an gewissen Stellen (s. oben) als sehr dick zu bezeichnen. Wie bei Würmern und Arthropoden scheidet es sich in ein inneres, welches festerer Art ist und die nervöse Substanz unmittelbar begrenzt und in ein äusseres, mehr lockeres. Indem wir dieses letztere zuerst in's Auge fassen, finde ich gleich zu bemerken, dass auch hier bei den Lungenschnecken Muskeln zugegen sind, welche dasselbe durchflechten.

Das äussere Neurilemm setzt sich ferner von der obern Schlundportion (bei Helix pomatia, H. ericetorum) in eine Membran fort, welche nach vorn sich erstreckt und zur Befestigung des Gehirns dient. Sie ist theilweise löcherig durchbrochen und enthält ebenfalls Muskeln eingewebt.

In den Zellen des äussern Neurilemms erscheint weiterhin häufig Kalk abgelagert. Dergleichen Kalkkörper zeigen zum Theil in sehr klarer Weise einen geschichteten und strahligen Bau. Dieselben scheinen übrigens nicht rein aus Kalk zu bestehen; es geht ihnen wenigstens die Abscheidung eines organischen Stoffs voraus, in Form von Haufen rundlicher Kugeln, die schon das schalig-streifige Aussehen an sich haben können, ohne den Glanz des Kalkes zu besitzen.

Ich hatte eine Anzahl Weinbergschnecken (H. pomatia) und die gewöhnliche Gartenschnecke (H. hortensis) überwintert und als ich dieselben im März zergliederte, war mir auffallend, an allen Individuen die Kalkkugeln im Neurilemm zu vermissen. Auch sonst nirgends im Bindegewebe andrer Organe war Kalk sichtbar. Ist diese Erscheinung vielleicht physiologisch, wird etwa während des Winter-

---

1) Vgl. meine Beobachtungen, Bau d. thierisch. Körpers S. 157, S. 162, S. 164. Walter verlegt an diesen Ort eine multipolare Zelle und Waldeyer will häufig eine Anhäufung mehrer gefunden haben. Ich muss nach meinen Beobachtungen Beides für unrichtig erklären.

schlafs der Kalk regelmässig resorbirt und erst wieder während der wachen Lebensperiode abgeschieden?

Das äussere Neurilemm kann auch pigmentirt sein. Thiere von Helix arbustorum, welche stark schwarz gefärbt sind, zeigen auch ein zum Theil schwarz pigmentirtes Neurilemm.

Ich habe von den Hirudineen nachgewiesen, dass das innere Neurilemm der Ganglien nach einwärts ein feines Fachwerk entwickelt, in dessen Räumen die eigentlich nervösen Elemente ruhen[1]. Bei den Lungenschnecken, z. B. an Helix hortensis, lässt sich das gleiche Verhalten der Bindesubstanz zu den nervösen Elementen erkennen. Man tödte ein Thier in einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali, behandle hierauf das ganze Gehirn mit Kalilauge, setze eine abgeschnittene Partie einem stärkern Druck aus und man wird ein schönes cavernöses Bindegewebe zur Ansicht bekommen, aus dessen Lücken durch Druck die nervösen Gebilde entwichen sind.

II. Sinnesorgane.

1. Die Tentakeln.

Die zwei vordern und die zwei hintern einstülpbaren Fühlhörner der Limacinen und Helicinen sind, abgesehen davon, dass die hintern zugleich die Augenträger vorstellen, sonst im Wesentlichen gleichgebaut.

Es erhebt sich aus der obern Portion des Schlundringes (sog. sensitive Abtheilung) jederseits ein besonderer Nerv zu den kleinen wie zu den grösseren Fühlern; die Wurzel beider Nerven liegt so nahe zusammen, dass man auch sagen könnte, es entspringe ein Nerv, dessen Hauptstamm in die obern oder grössern Fühler eintrete, während ein Ast sich zu den untern oder kleinern Fühlern abzweigt. So schien es mir wenigstens bei Limax agrestis zu sein; aber da es keineswegs ganz leicht ist, die Kopfnerven nach Ursprung, Verlauf und Ende vollständig kennen zu lernen, auch bei den einzelnen Arten hierin Unterschiede obzuwalten scheinen, so werde ich auf diesen Punkt durch neue Untersuchungen zurückkommen.

Der einmal in den Tentakel eingetretene Nerv zeigt in den obern wie untern Fühlern bei der gewöhnlichen Präparationsweise einen stark geschlängelten Verlauf. Im völlig entfalteten Fühler des lebenden Thieres muss er sich wohl ganz gerade strecken. — Zu-

1) Vom Bau d. thierisch. Körpers S. 157.

gleich mit dem Nerv sehe ich (z. B. an H. hortensis) noch eine deutliche Arterie in den Tentakel sich herein begeben.

Gegen die Spitze der Fühler zu, in dem obern wie in dem untern, schwillt jeder Nerv zu einem Ganglion an. Dasselbe wurde durch Joh. Müller und von Siebold zuerst angezeigt; bald darauf untersuchte ich[1]) es bei Helix pomatia und H. hortensis näher. »Der Fühlernerv geht in ein längliches Ganglion über, aus dessen vorderem etwas verbreiterten Ende sieben Nerven hervorkommen, welche sich dichotomisch theilen und wieder mit einander in Verbindung treten, wodurch ein Gangliengeflecht entsteht, dessen letzte Ausstrahlungen sich in einer Zellenmasse unkenntlich verlieren.« Später hat Moquin-Tandon das Ganglion von vielen Scknecken abgebildet und beschrieben.[2]) An einer Stelle[3]) giebt er sogar eine Partie des Ganglion »extrémement grossie, pour montrer la terminaison des ramuscules pituitaires,« die freilich verräth, dass der sonst sehr tüchtige Mann mit stärkeren Vergrösserungen zu arbeiten nicht gewohnt war.

In jüngster Zeit hat auch Keferstein das Ganglion mikroskopirt[4]). Wenn er aber die Meinung dabei ausspricht, dass vor ihm dies Gebilde noch nie untersucht worden sei, so ist er nach dem Vorausgehenden im Irrthum.

Zu meinen frühern Mittheilungen über den Bau dieses Ganglion trage ich jetzt noch folgendes nach. Die Rinde wird gebildet von Ganglienkugeln; der Kern des Ganglion besteht aus fibrillärer Punktsubstanz. Aus dem vordern etwas verbreiterten Ende liess ich früher 7 Nerven hervorkommen, in welche Zahl ich wohl schon die ersten Theilungen mitbegriffen habe, denn gegenwärtig sehe ich immer nur 3 oder 4 Stämme, die aber sehr bald nach ihrem Abgang sich gabeln. Die neuen dichotomischen Theilungen treten unter einander in Verbindung, so dass, wie ich seiner Zeit bereits angab, ein Geflecht entsteht. Schon im Innern desselben sieht man, nach Anwendung von Kali bichromicum z. B., sehr deutlich bipolare kleine Ganglienkugeln. Die Zellenmasse, in welche sich die letzten Ausstrahlungen verlieren, besteht, was man unter Zuhilfenahme von Reagentien er-

1) Zeitschrift f. wiss. Zool. II. Bd. (1849.) S. 153. Anmerkung.

2) Hist. natur. des Mollusques de France. 1855, Pl. I, fig. 10 Arion; Pl. V, fig. 13 Testacella; Pl. VII, fig. 18 Succinea; Pl. XV, fig. 24, 25 Helix; etc.

3) A. a. O. Pl. XIX, fig. 15 (Helix pisana.)

4) Nachrichten d. Gesellsch. d. Wissensch. in Göttingen No. 11, 1864. S. 239.

mittelt, aus kleinen sog. multipolaren Ganglienkugeln. Der Kern derselben ist hell, mit einigen Kernkörperchen; die hüllenlose im Verhältniss zum Kern nur eine schmale Zone bildende Zellsubstanz erscheint nach mehren Seiten zu Fortsätzen ausgezogen. Einen Zusammenhang der letztern etwa mit den Epithelzellen der Haut habe ich nicht wahrgenommen, wohl aber ist eine scharfe Begrenzungslinie zwischen dem Lager der Ganglienkugeln und den Epithelzellen der Haut unverkennbar. Immerhin müssen die Epithelzellen der Haut, welche über das Polster des Ganglion herüberziehen, noch näher geqrüft werden, da sie mir einige besondere Eigenschaften zu haben scheinen.

Der grosse Muskel, welcher zum Einziehen des Tentakels dient, ist häufig mehr oder weniger dunkel pigmentirt, was nicht ganz ohne physiologische Bedeutung zu sein scheint, da sich das Pigment bei sonst ungefärbtem Körper gerade an dieser Stelle erhalten kann. Ueber das Ein- und Ausstülpen der Fühlhörner sprechen nicht blos ältere Beobachter, z. B. Draparnaud, sondern auch neuere die Ansicht aus, dass die beiden Acte durch die Thätigkeit des Musculus retractor, welcher aus Längs- und Querfasern bestehen sollte, geschehen, was entschieden irrig ist. Nur das Einstülpen besorgt der aus Längsfasern zusammengesetzte Muskel, das Sichausstülpen des Fühlers geschieht durch Einströmen der Blutflüssigkeit.

So weit meine Erfahrung reicht, erfolgt — was ich einschalten möchte — das Ausstülpen oder Ausrollen auch andrer Theile immer nur durch Eintreiben der Blutflüssigkeit. An einem Pärchen von Helix pomatia, welches in Begattung angetroffen wurde, war unverkennbar zu sehen, dass das Aufblähen und Ausstülpen der Geschlechtswerkzeuge durch ihre Anfüllung mit Blut zu Wege kommt; die hervorgetriebenen Theile waren prall von dem durchscheinenden Blut. Schon früher hatte ich bezüglich der Rotatorien anzugeben, dass dort die Ausstülpung der Räderorgane auf gleiche Weise bewerkstelligt wird.

2. Das Auge.

Verschiedene Beobachter haben Versuche über das Sehvermögen der Schnecken angestellt, wobei sie alle zu dem Resultate kamen, dass die Sehkraft dieser Thiere auf einen sehr geringen Grad beschränkt sein müsse. Um so merkwürdiger darf uns sein, dass ana-

tomisch ein wohl entwickeltes Auge bei fast sämmtlichen Arten vorkommt.

Das Sehorgan der Lungenschnecken ist schon oft Gegenstand der Untersuchung gewesen. Swammerdamm, Huschke, Joh. Müller, ich selber, zuletzt Keferstein haben den Bau zu erforschen gesucht.

Als ich mich über die nähere Form des Augapfels von Paludina vivipara aussprach, machte ich bereits auf die eigenthümliche Gestalt des Auges bei den Helicinen aufmerksam,[1]) ein Umstand, auf den ich vor Allem zurückkommen muss, da noch die jüngst von Keferstein gegebene bildliche Darstellung[2]) hierin unrichtig ist, und genannter Beobachter meine Angaben nicht zu kennen scheint. Ich bemerkte damals: »das Auge von Helix hortensis hat (im Gegensatz zu der Birngestalt bei Paludina) eine mehr rundliche Form, und, ohne Druck untersucht, mit dem Auge der höhern Thiere in sofern eine Aehnlichkeit, als auch das Corneasegment bei genannter Schnecke einen andern Kreisabschnitt darstellt als die Sklerotika.«

Hingegen legt Keferstein dem Auge von Helix die Gestalt einer »vorn ein Wenig abgeplatteten Kugel« bei und zeichnet es auch so. Ich habe jetzt nach so langer Zeit das Auge von H. pomatia und H. hortensis von neuem mikroskopirt und finde meine Angaben von damals vollkommen richtig. Das Auge sorgfältig und ohne Druck behandelt erinnert im Umriss an den Augapfel vieler Säugethiere. Der Breitendurchmesser ist grösser als der Längendurchmesser; die Hornhaut nicht abgeplattet, sondern deutlich gewölbt, aber einem kleinern Kreisabschnitt angehörig.

Mit Bezug auf die einzelnen Augenhäute möchte ich folgendes bemerken.

An der hinteren Fläche der Cornea befindet sich, was dem neuesten Untersucher ebenfalls entgangen ist, eine epithelartige Zellenlage. Ich hatte sie an Thieren, welche in Kali bichromicum gelegen waren, sowohl von Helix hortensis als auch Helix ericetorum deutlich zur Ansicht.

Auch die Choroidea ist von Keferstein (an Helix pomatia) keineswegs naturgetreu wiedergegeben worden. Er zeichnet sie als eine continuirliche schwarze Haut, während sie doch deutliche

---

1) Zeitschrift f. wiss. Zool. II. Bd. S. 158, Anmerkung.

2) Klassen u. Ordnungen des Thierreichs, Weichthiere. 1864, Taf. XCVI, Fig. 8.

Pigmentlücken hat. Dieselben erscheinen ganz klar und constant an völlig unbehelligten Augen unter denselben Umständen, unter denen auch die eigentliche Form des Augenbulbus, von welcher vorhin die Rede war, sich erhält. Ich habe mir die Lücken angemerkt von Helix hortensis, H. pomatia und H. ericetorum, und sie gehören ohne Zweifel mit dem vom Auge der Carinaria beschriebenen Pigmentlücken in eine Reihe von Bildungen [1]).

Zwischen Sklerotika und Choroidea liegt eine ungefärbte zellig-körnige Schicht, welche ich [2]) zuerst erkannte und als der Retina zugehörig ansah. Keferstein hat diese äussere Schicht der Retina nicht nur bestätigt, sondern auch Aufschlüsse über eine innere Retina gegeben. Sie bildet nach ihm an gehärteten Augen einen grauen Ueberzug der innern Fläche der Choroidea, stosse vorne direct an die Linse, ohne dass eine glaskörperartige Substanz dazwischen liege. Im frischen Zustand bestehe sie aus feinkörnigen rundlichen Elementen, eingebettet in eine fast klare Flüssigkeit; auch kleine stabförmige oder kolbige, structurlose Gebilde kommen bei Druck und Ausfliessen der Theile zur Ansicht.

Ich bekenne, mit dieser innern Retina noch nicht im Reinen zu sein. Bis jetzt habe ich unter Hilfe von Reagentien mich davon überzeugt, dass die histologischen Elemente der äussern Retina und der Choroidea ein und dieselben Zellen sind, nur nach aussen hell, nach innen mit Pigment gefüllt. Aus Augen von Helix hortensis, welche in einer sehr schwachen Lösung von Kali bichromicum aufbewahrt waren, zerlegt sich äussere Retina und Choroidea in ziemlich lange Cylinderzellen, deren nach innen gewendetes Ende voll von den dunkeln Pigmentkörnern ist, während der nach aussen gewendete Abschnitt der Zelle, in dem sich auch der Kern befindet, ganz pigmentfrei erscheint und an seinem Ende in mehre kurze Fasern oder Würzelchen ausgeht. Im Auge von Limnaeus stagnalis finde ich diese Cylinderzellen im Allgemeinen länger als bei genannter Art von Helix, aber im Wesentlichen von denselben Charakteren. Ausserdem schien es mir hier als ob die Zellen bandartig abgeplattet seien.

Es ist nun aber in hohem Grade wahrscheinlich, dass noch andre, ich möchte sagen specifischere Elemente vorhanden sein

---

1) Vergl. m. Aufsatz in der Ztschrft. f. wiss. Zool. Bd. III. und Gegenbaur, Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden.

2) Lehrb. d. Histol. S. 253. 1855.

werden, die schon Keferstein auf Stäbchen und Kolben bezieht. Ich meine auch in dem zerfaserten Auge von Limnaeus stagnalis längliche, pigmentlose Gebilde wahrgenommen zu haben, die nach aussen einen rundlichen Kern besassen, nach innen aber schwach kolbig verdickt aufhörten; doch behalte ich mir, noch jetzt mit der Untersuchung des Auges beschäftigt, vor, seiner Zeit hierauf zurückzukommen.

Jedenfalls bin ich jetzt schon im Hinblick auf das Verhalten der Choroidea und Retina davon überzeugt, dass ähnlich wie bei den Gliederthieren und den Tintenfischen auch hier bei den Lungenschnecken beide Häute des Auges innig mit einander verwebt sind.

Ueber die Gestalt der Linse von Helix pomatia habe ich[1]) schon seiner Zeit angegeben, dass sie nicht wie etwa bei Paludina rein kugelig ist, sondern eine mehr abgeplattete Gestalt hat, so dass ihr Querdurchmesser grösser ist als ihr Längendurchmesser.

Der Sehnerv, welcher bei andern Schnecken (z. B. Paludina vivipara nach Krohn) vom Schlundring selbst entspringt, erscheint hier bei den Lungenschnecken als ein Ast des Fühlernerven. Doch tritt derselbe, wenn man ihn vom Auge rückwärts verfolgt, schon sehr bald vom Fühlernerven ab; ich sehe solches z. B. an Helix hortensis, ja bei Helix pomatia, im Falle ich recht beobachtet habe, scheint er ganz nahe dem Gehirn vom Tentakelnerven abzutreten. Damit würde die Angabe Joh. Müller's übereinstimmen, dass bei Helix der Augennerv »sich entlang dem Fühlernerv isoliren lasse.« Es scheinen eben mannigfache Zwischenformen und Uebergänge auch in dieser Richtung vorhanden zu sein.

Nicht unbemerkt soll gelassen werden, dass das Auge der Lungenschnecken bei den verschiedenen Arten hinsichtlich der Grösse nicht allzusehr abzuweichen scheint. Es ist diess schon dem wackeren v. Alten aufgefallen. Indem derselbe Helix pomatia beschreibt, sagt er, die Augen seien kleine schwarze Punkte, die sich »in Absicht auf ihre Grösse auch von denen der kleinsten Erdschnecken nicht unterscheiden.«

Haben wir uns mit den verschiedenen Organen vertraut gemacht, welche im Innern der obern Fühler untergebracht sind, so ist es

1) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. II. S. 159.

von Interesse die vollständig ausgestreckten Fühler etwa einer lebenden Weinbergschnecke mit der Lupe zu betrachten.

Man wird finden, dass die Abbildungen der Tentakelspitzen, wenigstens soweit sie mir bekannt geworden, alle ungenau sind. Das Ende des Fühlers mit dem Augenpunkt wird gewöhnlich einfach rundlich oder knopfförmig dargestellt. Sieht man aber näher zu, so erscheint das Ende des völlig entfalteten Tentakels, ich möchte sagen, in zwei Hälften getheilt. Die eine Hälfte hat den schwarzen Augenpunkt, die andre nach vorne und seitwärts vorspringend zeigt ein scharf markirtes grosses rundliches Polster von weichem schwellendem Aussehen und ohne alles Pigment. Es ist das Ganglion des Fühlernerven.

An den untern Fühlern, wo sich ja ebenfalls das gleiche Ganglion findet, springt auch in derselben Weise für die Betrachtung mit der Lupe dieses Polster vor.

3. Das Ohr.

Bei den Lungenschnecken hat das Ohr so ziemlich dieselbe Grösse wie das Sehorgan. Gleichwie daher letzteres für die gewöhnliche Besichtigung als schwarzer Tüpfel erscheint, so nimmt auch an dem isolirten und leicht gedrückten Gehirn, z. B. von Helix hortensis, das Gehörorgan sich als ein weisser Punkt aus.

Welcher Gegend des Gehirns sitzt dasselbe zunächst an? Diese Frage könnte überflüssig erscheinen, da schon Moquin-Tandon dasselbe als den vordern Partien der untern Portion des Schlundringes (»Ganglions sousoesophagiens anterieurs«) angehörig erkannt und gezeichnet hat [1]). Aber trotzdem muss man darauf zurückkommen, weil in neuester Zeit Walter besagtes Organ auf die hintere Partie, »motorische Abtheilung« wie er sie nennt, bei Helix nemoralis verlegt und zeichnet [2]). Ich habe bezüglich dieser Frage Helix pomatia, H. hortensis, H. ericetorum, Limax agrestis und Arion hortensis näher in's Auge gefasst und mich überzeugt, dass, entgegen dem genannten Autor, die Ohrblasen immer der vordern Partie der untern Schlundportion, entsprechend

1) A. a. O. z. B. Pl. V von Testacella, Pl. VI von Vitrina, Pl. VII von Succinea, Pl. XV von Helix, Pl. XXI u. XXII von Bulimus, Pl. XXV von Clausilia, Pl. XXVIII von Vertigo, Pl. XXIX von Carychium.

2) A. a. O. Taf. IV Fig. 2, Fig. 3, o.

dem Ganglion pedale unsrer Süsswassermuscheln, ansitzt. Schon oben beim Nervensystem war hiervon die Rede.

Auch mehre der Angaben, welche Adolf Schmidt »über das Gehörorgan der Mollusken« veröffentlicht hat[1]), stimmen nicht mit meinen Erfahrungen überein.

Bezeichneter Conchyliolog will, um zunächst dies zu berühren, die Gehörkapseln bei einigen grössern Helices in die Gehirnmasse eingebettet gefunden haben.

Ich halte dies für einen Irrthum, der allerdings aus der Präparationsweise zu erklären ist. Nach stärker angewandtem Druck, wobei auch die Hirnpartien sich verschieben, kann es mitunter den Anschein gewinnen, als ob die Gehörkapseln in der Substanz des Gehirns vergraben lägen; allein man vermeide den Druck und die Ohrblase erhebt sich überall zum mindesten als Halbkugel mit freiem Rande über die Gehirnganglien hervor.

Auffallend ist mir ferner die Mittheilung, dass bei Leonia mamillaris Lam. die Kapsel selber aus einer härteren Masse bestehe und daher, nachdem sie beim Druck zerplatzt, sich in bräunliche Scherben ablöse. Da ich genannte Schnecke nicht selber untersuchen kann, so begleite ich diese Angabe blos mit der Bemerkung, dass hierzu bisher von keinem acephalen und cephalophoren Mollusken auch etwas nur entfernt ähnliches bekannt geworden ist und mir die Richtigkeit der Beobachtung zweifelhaft erscheint.

Was nun endlich »die wichtigste Entdeckung« betrifft, mit welcher unser Autor »sein Thema bereichern kann«, einen von der Gehörkapsel nach aussen zur Haut führenden Gang nämlich, so habe ich auch hiergegen nicht geringe Bedenken, ja bezüglich der von mir untersuchten Arten von Schnecken nehme ich keinen Anstand diese »Entdeckung« ins Gebiet der Täuschungen zu verweisen.

An Arion hortensis, Limax agrestis, Helix hortensis, H. ericetorum habe ich mich überzeugt.

1) dass die Ohrkapsel im Ganzen die Form einer kurz gestielten Blase hat. Der kurze Stiel ist nur bei besonderer Sorgfalt in der Präparation wahrnehmbar.

2) Der kurze Stiel dient zum Ansatz an's Gehirn und führt nicht etwa gegen die äussere Haut, so dass demnach

3) im ganzen übrigen Umfang die Kapsel scharf abgeschlossen,

---

1) Ztschrft. f. die gesammten Naturwissenschaften. Jahrgang 1856.

mit freiem Rand, erscheint, wie man eben dann bestimmt sieht, wenn die in Betracht kommenden Theile nicht durch Druck oder sonst wie alterirt sind.

Mit Bezug auf die histologische Zusammensetzung [1]) habe ich an dem Organ bei Helix hortensis ermittelt, dass die Wand der Kapsel eine ähnliche Differenzirung zeigt, wie ich es seiner Zeit schon von andern Weichthieren beschrieben habe. Die Wand von ziemlicher Dicke besteht aus streifiger Bindesubstanz, welche nach innen in eine homogene Grenzlage ausgeht, so dass man auch von Schichten, einer innern und einer äussern, reden könnte. Auf die homogene Grenzlage nach innen folgt ein Epithel, dessen Kerne verhältnissmässig sehr gross sind und mit mehren Kernkörperchen versehen. Dass ihre freie Fläche Wimperhaare, allerdings von geringer Länge und sehr feiner Art besitzt, habe ich zweifellos gesehen. Adolf Schmidt hat davon nichts wahrgenommen, was ich nicht unbegreiflich finde; wenn er aber meint, dass man besser thäte anstatt nach Wimperhärchen, womit doch nur eine mechanische Erklärung der Bewegungserscheinungen der Otolithen gegeben wäre, zu suchen, sich lieber die zitternden Bewegungen der Hörsteinchen »unter dem Einfluss einer unsichtbaren Kraft des Organismus« zu denken, so wird er mit diesem Rathe schwerlich den Beifall und die Zustimmung der Sachkundigen gewinnen.

Um aber wieder auf die eigentliche Frage nach dem vermeintlichen Gang der Ohrblase zurückzukommen, so müssen wir zum Verständniss und zur Beurtheilung dieser Bildung davon ausgehen, dass die Ohrblase der Weichthiere durch einen sehr langen Stiel mit den Nervencentren zusammenhängen kann. So z. B. unter den Muscheln bei Unio [2]), Anodonta, unter den Schnecken bei Paludina [3]), endlich bei den Heteropoden [4]); in allen diesen Thieren ist der lange Stiel nach seinem feinern Bau der zur Blase führende Gehörnerv.

1) Vergl. hierbei die Zusammenstellung meiner an Paludina, Cyclas, Helix, Ancylus, Carinaria, Unio, Anodonta gemachten Beobachtungen in meiner Histologie S. 277.

2) Vergl. Fig. 148 (Gehörorgane von Unio) in m. Histol. S. 278. Moquin-Tandon hat von Unio margaritifer (a. a. O.) auf Pl. XLVII Fig. 5 den Gehörnerven in ganzer Länge vom Ganglion an bis zur Ohrblase veranschaulicht.

3) Vergl. m. Darstellung, Ztschrft. f. wiss. Zool. Bd. II, Taf. XII Fig. 13.

4) Vergl. m. Aufsatz in d. Ztschrft. f. wiss. Zool. 1851 od. Fig. 149 in m. Histologie; ferner Gegenbaur's Pteropoden und Heteropoden, 1855.

Es giebt aber Fälle, wo der Stiel jetzt schon bedeutend verkürzt, aber immer noch deutlich zwischen Blase und Gehirn hervortretend, nicht mehr Nerv ist, sondern hohl, wie die Blase selber, und auch von gleichem Epithel ausgekleidet. Eine solche Organisation hat Claparède[1]) zuerst bei Neritina nachgewiesen. Wie sehr aber beide Bildungen, ein solider und ein hohler Stiel, in einander übergehen, erhellt aus den ferneren Mittheilungen desselben Forschers bezüglich zweier Cyclostomaceen. Bei Cyclostoma elegans besitzt die Ohrblase einen Stiel ohne inneren Hohlraum, bei Cyclostoma (Pomatias) maculatum erscheint der Stiel hohl, so dass bei Druck auf die Blase die Otolithen in den Stiel hinein ausweichen[2]).

Denkt man sich nun den Stiel von der zuletzt genannten Schnecke noch mehr verkürzt, so hat man die Verhältnisse, wie sie sich bei Helix, Limax und Arion darbieten. Bei Helix hortensis konnte ich die Hörsteinchen ebenfalls in den kurzen Stiel hineindrängen. Der bis zum Verschwinden kurze Stiel der Ohrblase der Lungenschnecken ist der Anfang, oder wenn man will, der Rest des langen Hörnerven der Muscheln, der Heteropoden und gewisser Kammkiemer.

Adolf Schmidt stützt sich nun freilich gerade auf Thiere, welche ich nicht selbst zergliedert habe; es sind Helix vermiculata, Limax variegatus, dann insbesondere Physa fontinalis. Bei letzterer will er in vollkommen befriedigender Weise gesehen haben, dass ein langer Kanal, in den sich Otolithen ergossen hatten, von der Gehörkapsel zur äussern Hautbedeckung führte und in dieser Gegend sich etwas erweiterte. Ich hoffe diese Schnecke mir bald verschaffen und sehen zu können, was etwa daran Wahres ist. Einstweilen verweise ich auf die obige Auseinandersetzung, mit welcher ich darthun wollte, dass es sich bei den mir bis jetzt vorgelegnen Arten nicht um eine neue absonderliche Bildung, sondern um Abänderung einer bekannten Organisation handelt.

III. Wasseraufnahme in den Körper und Abgabe durch die Niere.

Schon vor langer Zeit haben zwei um die anatomische Kenntniss der Weichthiere vielfach verdiente Forscher, v. Bär[3]) und

1) Arch. f. Anat. u. Phys. 1857.
2) Cyclostomatis elegantis anatome. Dissert. inaug. 1857.
3) Froriep's Notiz. XIII u. XX.

delle Chiaje[1]) entdeckt, dass durch besondere Oeffnungen der Haut Wasser in das Innere des Körpers aufgenommen werde. Das Wasser sollte in eigene Kanäle dringen, dann zwischen diesen selber sich ausbreiten. Die nächsten Beobachter, welche diese Angabe prüften, Meckel[2]) und Rud. Wagner[3]), überzeugten sich zwar davon, dass im Innern des Körpers eine beträchtliche Menge Wasser sich vorfinde, aber sie vermissten die Zugänge von aussen und waren daher geneigt mehr eine gleichmässige Durchdringung des Wassers zwischen den Muskelbündeln anzunehmen. Durch den darauf folgenden Beobachter v. Siebold wurde die Frage nach der Wasseraufnahme und dem Ort, wo das aufgenommene Wasser sich befände, wieder fast ganz auf den Standpunkt der ersten Entdecker gebracht. Genannter Autor suchte aus verschiedenen Erscheinungen nicht blos darzuthun, dass bei Muscheln an bestimmten Stellen des Fuss- und Mantelrandes sich Oeffnungen finden müssen, sondern diese Mündungen führten nach seiner Angabe in ein besonderes Netz von Kanälen, welche als Wassergefässe verschieden seien von den Blutgefässen.

Mehre Jahre nachher widmete ich[4]) einer Muschel des Süsswassers, der Gattung Cyclas, ein längeres Studium und insbesondere auch dem »Wassergefässsystem« nachgehend, kam ich nach einer Seite hin zu einem Ergebniss, welches mit der Siebold'schen Darstellung in entschiedenem Widerspruch stand. Zu bestätigen hatte ich nicht blos die Wasseraufnahme überhaupt, sondern konnte auch an lebenden Muscheln, welche den Fuss bestmöglichst ausgestreckt hatten, helle feine Kanäle wahrnehmen, welche die Haut durchsetzen und in's Innere führen, wahre »Pori acquiferi«. Was hingegen die »Wasserkanäle« im Innern des Leibes betraf, so musste ich dieselben in Abrede stellen. Die Beobachtung des unter dem Mikroskop liegenden lebenden Thieres lehrt, dass sich im Innern des sogenannten Fusses ein grösserer Centralblutraum ausbreitet, der sich nach der Peripherie in ein Netz kleinerer Lücken, welche zwischen den einzelnen Muskelzügen und Muskelprimitivcylindern sich hinziehen, verliere. Es liess sich unmittelbar wahrnehmen, wie die

1) Memorie II.
2) System der vergl. Anat. VI.
3) Vergleichende Anatomie.
4) Ueber Cyclas cornea Lam., Archiv f. Anat. u. Physiol. 1855.

feinen Kanäle im Epithel des Fusses direct in dieses Lacunennetz einmündeten, also mit andern Worten ins Blutgefässsystem.

Ich hatte somit zu erklären, dass eigentliche Wasserkanäle, welche von den blutführenden Kanälen verschieden seien, nicht existiren, sondern dass nur Ein Kanalsystem vorhanden sei, welches Blut und von aussen hereingekommenes Wasser zugleich führe.

Aber auch schon früher hatte ich an einem Gasteropoden, an Paludina vivipara gezeigt, dass hier eine Vermischung des Blutes mit von aussen eingedrungenem Wasser geschehe [1]). Und denselben Gegenstand immer mit Interesse verfolgend, war ich auch im Stande für die Würmer und Rotatorien das gleiche wahrscheinlich zu machen, sowie ich endlich selbst bei Insectenlarven, welche im Wasser leben, auf Thatsachen stiess, welche darauf hindeuteten, dass auch hier das Blut sich mit von aussen eingedrungenem Wasser vermischen könne [2]).

Und wie geben Würmer und Weichthiere wieder das Wasser nach aussen ab? Bei den Muscheln spritzt das aus seinem Wohnelement herausgenommene Thier aus den Rändern des Fusses und Mantels eine Menge feiner Wasserstrahlen weg, offenbar auf demselben Wege, durch den das Wasser ins Innere des Körpers gelangt ist. Zweitens mag auch durch die Oeffnung der Nieren diess geschehen, da zwischen der Niere und dem sogenannten Herzbeutel (Blutsinus) eine offene Communication statt zu finden scheint, und insbesondere mag der Wasserstrahl aus der Afterröhre [3]) bei Muscheln, denen man das Wasser entzogen hat, aus der Nierenöffnung kommen. Dass der Abfluss von Wasser bei Würmern, Rotatorien und Kiemenschnecken wirklich aus der Niere geschehe, dazu gab ich mancherlei Belege [4]).

Aber auch bei Lungenschnecken, welche nicht im Wasser, sondern auf dem Lande leben, kommt das gleiche vor. Auch hier wird das von aussen aufgenommene Wasser, nachdem es dem Blut beigemengt gewesen und den Körper durchkreist hat, mittelst

---

1) Ztschrft. f. wiss. Zool. Bd. II, S. 175.

2) Histol. d. Mensch. u. d. Thiere S. 441 (Larven von Neuropteren).

3) »Entzieht man der Muschel das Wasser und bereitet auf diese Weise eine künstliche Ebbe, so stösst sie durch die Afterröhre einen Wasserstrahl aus, dessen Bogen oft 6—8 Zoll im Durchmesser hat.« (Carl Pfeiffer.)

4) Vergl. z. B. m. Histologie S. 394, S. 442.

die Nieren wieder nach aussen entleert; immer mit Beimischung von Blut, und um diese Thatsache bei genannter Thiergruppe in das rechte Licht zu setzen, habe ich mir vorangegangene Zusammenstellung des schon früher Beobachteten erlaubt.

Dass auch die Landschnecken grössere Mengen von Wasser und Blut von sich geben, bemerkte ich vor längerer Zeit zuerst an Helix arbustorum der Salzburger Gegend. Dort ist diese Schnecke bekanntlich so gross und schön, dass der Conchylienfreund sie immer wieder aufzuheben und zu betrachten sich versucht fühlt, wobei mir denn nicht entgehen konnte, dass das auf diese Weise beunruhigte und sich zusammenziehende Thier jedesmal eine erkleckliche Menge heller Flüssigkeit verlor. Dieselbe sickerte nicht aus dem Fusse, noch weniger aus der Mundöffnung, sondern konnte nur aus der Nierenöffnung in der Nähe des Athemloches kommen.

Einmal darauf aufmerksam geworden, gewahrte ich die gleiche Erscheinung auch an andern gehäusetragenden Land-Schnecken, nur war die Menge der abgehenden Flüssigkeit, wenigstens meiner Erinnerung nach, nirgends so gross, als bei Helix arbustorum; noch am meisten schien mir bei Helix fruticum abzufliessen; bei andern Arten betrug das Ausfliessende kaum soviel, dass das sich in die Schale zurückziehende Thier schwach feucht wurde. Dass auch individuelle Verschiedenheiten hierin vorkommen, ist selbstverständlich.

Moquin-Tandon, welcher bekanntlich in seinem grossen Werke über die Mollusken Frankreichs den anatomisch-physiologischen Verhältnissen Rechnung trägt, giebt bei der Beschreibung der einzelnen Arten von dieser und jener Schnecke an: »secretant un mucus aqueux très abondant« oder »mucus tout à fait aqueux fort abondant.« Wollte man annehmen, es sei hier die gewöhnliche Schleimsecretion zum Theil darunter verstanden, so widerspricht dem das, was im allgemeinen Theil des Werkes über die Glande précordiale (Niere) gesagt wird. Dort heisst es, dass bei Reizung des Thieres eine grössere oder geringere Menge von Flüssigkeit aus dem Ausführungsgang der Drüse neben dem Mastdarm hervorquelle.

In einen eigenthümlichen Widerspruch geräth aber unser Autor bezüglich der Gattung Planorbis. Da ihm nämlich unbekannt ist, dass die ausgestossene Flüssigkeit bei allen Schnecken immer beigemischtes Blut enthält, so meint er, die bei Reizung des Planorbis corneus hervortretende — schon Lister, Linne u. A. bekannte — rothe Flüssigkeit könne, da sie Blut sei, nicht aus der Niere

kommen, sondern sie stamme aus den Blutgefässen des Mantels, sei also nicht der Flüssigkeit der Glande précordiale gleichzusetzen. In Wahrheit steht sie aber dieser vollkommen gleich; denn dass das Blut bei Planorbis roth, bei andern Schnecken farblos ist, muss für diese Frage völlig gleichgültig sein.

Eine weitere, auf eine südeuropäische Form sich beziehende, Angabe finde ich bei Rossmässler. Derselbe erzählt nämlich in seinen sehr anziehend geschriebenen Reiseerinnerungen aus Spanien (Bd. I., S. 205), dass wenn man Helix candidissima aufnimmt, so stosse dieselbe 8—11 Tropfen eines klaren etwas nach Knoblauch riechenden Wassers aus.

Die Gattung Zonites, insbesondere Zonites alliarius Mill., giebt bekanntlich ebenfalls einen Knoblauchgeruch von sich, der wie Johnson annehmen zu können glaubt, seinen Sitz in dem Schleim habe, welcher den Kopf schlüpfrig mache. Ich habe die Vermuthung, dass es auch hier die aus den Nieren tretende Flüssigkeit ist, welche den eigenartigen Geruch an sich hat.

Noch habe ich einen Forscher zu nennen, der die uns hier beschäftigende Thatsache genau kennt. Es ist Gegenbaur, welcher in seiner vergleichenden Anatomie erwähnt, dass bei den Lungenscknecken, wenigstens bei Planorbis und Helix, auf eine rasche Contraction des prall mit Flüssigkeit gefüllten Fusses stets eine Quantität dieser Flüssigkeit aus der Niere hervortrete.

Um aber wieder auf meine eigenen Beobachtungen in dieser Frage zurückzukommen, so sah ich das Phänomen ferner in sehr ausgesprochenem Grade an einer Nacktschnecke. Im Walde nach einem Gewitterregen bemerkte ich, wie an Buchen Nacktschnecken von der Grösse und dem Habitus des Limax agrestis gesellschaftlich und für Schnecken recht munter die Baumstämme entlang krochen. Was aber an allen sehr auffallen musste, war ihr von Wasser prall angeschwollenes Aussehen; sie waren so hell und durchscheinend, dass nicht nur die Eingeweide, sondern auch die Umrisse des Kalkschälchens deutlich erkennbar waren. In dem Augenblicke, wo man das einherkriechende Thier berührte, floss durch die Contraction des Körpers ein helles Fluidum ab, worauf die Thiere einfielen und ihr durchscheinendes Wesen verloren hatten. Ich mochte das Experiment wiederholen so oft ich wollte, immer hatte ich den Eindruck, dass das Wasser durch die Nierenöffnung nach aussen abfliesse. Die Schnecke, um welche es sich handelt, ist Limax arborum *Bouchard.*

In meiner ersten Mittheilung habe ich sie als Varietät von Limax agrestis betrachtet [1]).

An dieser Schnecke ist die uns hier interessirende Erscheinung zu übersehen kaum möglich, daher bemerkt schon z. B. Draparnaud: »Lorsqu'on touche cette limace, elle répand une bave blanchâtre en abondance« [2]). Aehnlich Bouchard: »Quand en touche l'animal, il laisse échapper un liquide très limpide et semblable à l'eau la plus pure« [3]). Endlich der neueste Beobachter Lehmann: »Berührt man die Thiere, so sondern sie eine reichliche Menge wässeriger Feuchtigkeit ab, durch welche das Thier sein glattes, transparentes, aufgeblähtes Ansehen mit erhält« [4]).

Die Frage, von welcher Oeffnung oder Körperstelle die wasserklare Flüssigkeit abfliesse, hat sich keiner der Genannten gestellt; wie ich erkannt und schon berichtet habe, ist es die Nierenöffnung.

Aber auf welchem Wege wird bei den Landschnecken das Wasser eingenommen?

Sollte es abermals durch Hautcanäle geschehen? Ich habe hierüber bis jetzt keine Beobachtungen gemacht, welche diese Ansicht stützen könnten. Für um so beachtungswerther finde ich die Angabe von Gegenbaur [5]), welcher sagt: »Die Wasseraufnahme bei den Helicinen findet auf eine eigenthümliche Weise statt. Die Thiere nehmen dasselbe (Thau, Regen) stets durch den Mund ein und lassen es durch die Darm-, vorzüglich die Magenwandung in die Leibeshöhle transsudiren.«

Es stimmt diese Mittheilung, welche mir aus dem Gedächtniss gekommen war, recht gut mit dem, was ich (vor mehren Jahren) an Limax arborum im Rhöngebirge, wo diese Art ebenfalls nicht

1) Vom Bau des thierischen Körpers S. 68. Von Draparnaud an, der obige Nacktschnecke Limax sylvaticus nennt und sagt »on pourrait douter, si ce n'est pas une variétè de l'agrestis« wird bis zu den neuesten Beobachtern (Otto Goldfuss z. B.) diese Aehnlichkeit mit Limax agrestis erwähnt; ich bin aber gegenwärtig vollkommen überzeugt, dass L. arborum eine gute, von L. agrestis verschiedene Art ist. v. Seckendorf in seinem Verzeichniss der württembergischen Mollusken hat sie offenbar ebenfalls noch nicht als Art unterschieden und schlug sie als Varietät zu Limax agrestis. Erst v. Martens that bezüglich der Württemberger Fauna diess, indem er angibt, dass um Stuttgart und Tübingen L. arborum vorkomme.

2) Histoir. natur. d. Mollusques de France. S. 127.

3) Catalogue des Mollusques etc. du Pas-de-Calais. 1838.

4) Malakozool. Blätter 1862.

5) Vergl. Anat. S. 353.

selten ist, zu beobachten Gelegenheit hatte. Sieht man den auf nassem Gemäuer oder triefendem Moos herumkriechenden Thieren zu, so will es einem vorkommen, als ob sie das Wasser mit dem Mund aufleckten.

Jedenfalls wird man zugeben müssen, dass die hier von Neuem angeregte Frage über Zulassen von Wasser in den Körper und Abfluss desselben mit beigemischtem Blut eine zum Verständniss der Organisation der Weichthiere nicht unwichtige ist und unser Interesse rege erhalten darf.

Zum Schlusse kann ich nicht unerwähnt lassen, dass das Hervorquellen von Blut an den Gelenken gewisser Käfer, worüber man eine frühere Abhandlung von mir [1]) vergleichen möge, eine gewisse Verwandtschaft mit den oben erörterten Verhältnissen zeigt. Hätten, um nur noch auf die ältere Literatur zurückzublicken, Lister, Swammerdamm, O. Fr. Müller und Cuvier eine Ahnung davon gehabt, dass z. B. bei Meloë Blutflüssigkeit geradenwegs als scheinbare Drüsensecretion nach aussen treten könne, so würden sie wohl ebenfalls die bei Planorbis corneus hervorkommende rothe Flüssigkeit nicht für eine Flüssigkeit specifischer Art erklärt, sondern für das genommen haben, was sie eben ist: für mit Wasser gemengtes Blut. Mit diesem abfliessenden rothen Fluidum des Planorbis ist aber, wie erörtert wurde, die bei andern Lungenschnecken aus der Niere austretende Flüssigkeit identisch; ob bei Planorbis das Blut roth, bei andern Schnecken farblos oder höchstens schwach bläulich ist, wird zu einem völlig unwesentlichen Moment.

1) Zur Anatomie der Insecten, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1859.

Ueber eine neue Art amöboider Zellen.

Von

v. la Valette St. George.

Hierzu Taf. III.

Das rege Interesse, welches in neuester Zeit den Bewegungserscheinungen der Zelle zugewendet wird, möge die Mittheilung einer dahin gehörigen Beobachtung rechtfertigen [1]).

Im Hoden von Thieren aus den verschiedensten Klassen sieht man Zellen, welche eine exquisite amöboide Bewegung zeigen, wenn sie unter gewissen indifferenten Flüssigkeiten untersucht werden. Als solche fand ich am brauchbarsten: Humor aqueus, frisches oder durch Jod conservirtes Amnioswasser, welches letztere M. Schultze's warmer Empfehlung [2]) in vollstem Masse entspricht.

Dass bei diesen Untersuchungen die v. Recklinghausen'sche »feuchte Kammer« [3]) mit grossem Nutzen angewendet wird, leuchtet ein, da diese ebenso einfache als sinnreiche Vorrichtung in gleicher Weise Druck des Objektes und Verdunstung des Mediums ausschliesst, wenn sie auch zur blossen Constatirung der in Rede stehenden Erscheinung ohne Rücksicht auf ihre Zeitdauer und die dadurch bedingten Modifikationen entbehrlich sein mag.

Es fallen meine Beobachtungen in die Monate September bis December, für dieses Thema nicht gerade die günstigsten.

---

1) Eine kurze Notiz über dieselbe gab ich auf der 33. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Giessen 1864 (Section für Anatomie und Physiologie, Sitzung vom 31. September).

2) Virchow's Archiv Bd. XXX, 1864, S. 263.

3) Virchow's Archiv Bd. XXVIII, 1863, S. 162.

Unter den Säugethieren traf ich zunächst beim Meerschweinchen sich bewegende Hodenzellen an, wenn auch deren Vorkommen durchaus kein allgemeines genannt werden kann. Von vier geschlechtsreifen Thieren, welche ich darauf untersuchte, vermisste ich bei einem die Bewegung gänzlich trotz mehrstündiger Beobachtung; bei einem zweiten zeigten nur wenige Zellen dieselbe; bei den übrigen war sie häufiger, jedoch nur an einzelnen sonst gleichartigen Zellen wahrzunehmen.

Es hatten die Zellen, welche eine selbständige Veränderung ihrer Gestalt erkennen liessen, im Zustande der Ruhe eine runde, ovale oder unregelmässige Form, ihre Grösse differirte zwischen 0,016 Mm. und 0,023 Mm., sie enthielten entweder einen oder mehrere grosse stark granulirte Kerne von 0,013 Mm., oder kleinere 0,007 Mm. grosse, welche meist ganz hell waren, zuweilen auch einen runden Kernkern zeigten. Um den Kern herum lagen stets kleine Körnchen in das homogene Protoplasma eingebettet.

Die Arten der Bewegung sind folgende: eine runde oder ovale Zelle nimmt eine unregelmässige wechselnde Gestalt an; hatte sie von Anfang an eine unregelmässige Form, so verändert sie ihren Contour in mannichfacher Weise. (Fig. 2. 1, 2.) Manche Zellen zeigen nur diese Erscheinungen der Contractilität.

Eine zweite Art der Formveränderung wird dadurch hervorgebracht, dass sich das Protoplasma entweder in ganzer Ausdehnung vom Kerne abhebt und diesen auf der entgegengesetzten Seite fast blosslegt, oder indem es hügel-, finger- oder keulenförmige Fortsätze von verschiedener Länge austreibt. In jenem Falle wird durch Zurückfliessen des Protoplasma die Zelle nach einigen Minuten wieder rund, in letzterem ziehen sich die Fortsätze allmählich wieder ein, um neuen Platz zu machen.

Bei der dritten Art erscheint an irgend einer Stelle ein dünner kolbenförmiger Auswuchs. Hat derselbe eine gewisse Länge erreicht, so zeigt er eine langsam schwingende Bewegung, kann übrigens wieder zurücktreten. (Fig. 1. c, d; Fig. 2. 8.)

In einzelnen Fällen sah ich endlich die Zelle feine, am oberen Ende mit einem Knöpfchen versehene Fäden von verschiedener Länge ausstossen, welche sich wie tastend hin und her bewegten, ähnlich den Fühlern einer Schnecke. (Fig. 2. 9.) Ein solcher Faden, welcher so lang war, wie der Durchmesser der Zelle, wurde nach

einer Viertelstunde wieder vollständig eingezogen. Längere Zeit nachher fand ich manche Zellen mit starren Fäden.

Der Gestaltwechsel beginnt zuweilen gleich nach Anfertigung des Präparates, meist jedoch fünf bis fünfzehn Minuten nachher. Die beiden ersten Arten der Bewegung dauerten zwei bis drei Stunden; dann wird die Zelle dunkler und zeigt schärfere Contouren; ihr Kern ist nicht mehr mit Deutlichkeit zu erkennen. Entweder bleibt sie jetzt bewegungslos oder lässt die dünneren Fortsätze hervortreten, welche noch über eine Stunde in Form- und Ortsveränderung beharren.

Der Kern und die ihn umgebenden Körnchen bleiben stets durchaus passiv; letztere zeigen, wenigstens im unverdünnten Serum, auch keine Spur der sogenannten Molekularbewegung, wie wir dieselbe z. B. in Speichel- und Eiterzellen sehen.

Ich könnte nicht sagen, dass durch das Ausstrecken und Einziehen der Fortsätze bedeutende Lageveränderungen der Zelle hervorgehen; geringe habe ich allerdings beobachtet, wie Drehung und langsames Fort- und Zurückschieben.

Ein junges Meerschweinchen, dessen Samenkörper noch nicht ausgebildet waren, zeigte die Bewegung der Hodenzellen in ausgezeichneter Weise.

Zwei Kalbsembryonen von 30 und 50 Centimeter Länge, (vom Scheitel bis zur Schwanzspitze) lieferten ebenfalls treffliche Bilder amöboider Zellen (Fig. 3, 1—15). Bei dem ersteren mass eine solche Zelle 0,016 Mm., ihr Kern 0,013 Mm.; beim zweiten Thiere 0,009 Mm., der Kern 0,007 Mm.

Ein 15 Centimeter langer Embryo des Schafes zeigte kleinere und grössere Hodenzellen von 0,009 bis 0,016 Mm. mit stark granulirten nicht immer ganz deutlichen Kernen bis zu 0,013 Mm. Grösse. Die Bewegung dieser Zellen war eine sehr lebhafte, sie dauerte noch zehn Stunden nach Anfertigung des Präparates fort.

Beim Stier, dem Hunde, der Katze, sowie beim Kaninchen fand ich trotz wiederholter Untersuchung keine amöboiden Zellen im Hoden.

In der Classe der Vögel traf ich dieselben an bei der Taube und dem Hahn.

Bei ersterem Thiere, von welchem ich drei Exemplare untersuchte, hatten die sich bewegenden Zellen meist die Grösse von 0,016 Mm., ihr stark granulirter Kern, welcher in kleine Körnchen

eingebettet lag, mass 0,009 Mm. Die Formveränderung derselben entsprach durchaus dem vorher gegebenen Bilde. Auch sah ich eine grössere Zelle von 0,026 Mm., welche zwei Kerne enthielt, ihre Gestalt lebhaft wechseln (Fig. 5. 1—13). Sie trat sofort nach Anfertigung des Präparates ein und dauerte mehrere Stunden.

Die Hodenzellen des Hahnes boten dieselben Contractilitätserscheinungen dar. An einem Präparate, welches 24 Stunden nach dem Tode des Thieres gemacht wurde, waren sie noch äusserst rege. Die Umrisse des Kernes liessen sich an der beobachteten Zelle nicht deutlich erkennen. Es dauerte die Bewegung noch 1½ Stunden; dann wurde die Zelle dunkel contourirt und zeigte die vorhin schon erwähnten strahlenförmig hervortretenden geknöpften Fäden, welche sich hin und her bewegten.

Wie bei der Taube wurden auch hier mehrkernige amöboide Zellen beobachtet. (Fig. 6.)

Ein vortreffliches und leicht zugängliches Objekt für das Studium amöboider Zellen bietet der Hoden des grünen Wasserfrosches.

Es messen diese Zellen durchschnittlich 0,016 Mm., ihr Kern 0,013 Mm. Auch sieht man grössere bis 0,026 Mm. und mehrkernige in Bewegung. Ohne Zusatzflüssigkeit erscheinen die meisten Kerne granulirt. Sie sind umgeben von einer Wolke kleiner Körnchen.

Im Humor aqueus desselben Thieres trat die Bewegung der Zellen sehr schön hervor, ebenso in Jodserum.

Es lag nahe, hier die von v. Recklinghausen in seiner trefflichen Arbeit »über Eiter- und Bindegewebskörperchen«[1]) empfohlenen künstlichen Mischungen vorzugsweise anzuwenden.

Nach Zusatz einer Zuckerlösung von 1½ p. Ct. blieben die Zellen ohne Bewegung, ihr Kern erschien homogen, zuweilen wurde ein Kernkern sichtbar.

In einer Kochsalzlösung von 1½ p. Ct. wurden die Zellen scharf contourirt, ihr Kern undeutlich, Bewegung nur kurze Zeit beobachtet.

Unter einer 1½procentigen Lösung von phosphorsaurem Natron zeigten sich die Kerne, welche bei einzelnen Zellen ein rundes Kernkörperchen führten, hell und homogen; neben ihnen liessen sich die Körnchen vortrefflich wahrnehmen. Die meisten Zellen blieben rund,

1) Virchow's Archiv Bd. XXVIII, 1863, S. 164.

andere dagegen wurden über zwei Stunden in lebhafter Bewegung (Fig. 8 α, 1—4, a—g.) gesehen.

Letztere Flüssigkeit ist demnach für unsern Fall anwendbar, wenn ich auch der Meinung v. Recklinghausen's, dass die natürlichen Transsudate bei Weitem vorzuziehen seien, vollständig beipflichten muss.

Destillirtes Wasser hebt sofort die Contractilität der Zellen auf.

Zerzupft man ein Hodenstückchen von Rana esculenta in diesem Medium, so sieht man kleinere und grössere runde Zellen mit hellen homogenen Kernen und vielen glänzenden Körnchen um denselben herumliegen. Letztere zeigen eine sehr heftige Molekularbewegung.

Statt eines Kernes kommen deren zwei und mehrere vor.

Die Zelle wird immer heller und grösser, behält jedoch ihre kugelige Form. Endlich platzt sie wie auf einen Ruck und stösst Kern oder Kerne, von denen sich zuweilen noch eine gemeinsame Membran abzuheben scheint, sowie den übrigen Inhalt aus.

Es erinnert dieses Bersten durchaus an eine ähnliche Erscheinung, welche Brücke bei den Speichelkörperchen gesehen und sehr genau beschrieben hat [1]).

In Humor aqueus oder Jodserum tritt die Bewegung der Hodenzellen beim grünen Wasserfrosche sofort ein und ist von sehr langer Dauer. Ich konnte sie 26 Stunden verfolgen. Ein Präparat, welches 32 Stunden nach dem Tode des Thieres gemacht wurde, zeigte dieselbe noch lebhaft.

Den braunen Grasfrosch fand ich weit weniger zur Untersuchung geeignet.

In den letzten Monaten des Jahres sieht man die Hoden dieses Thieres schon bedeutend entwickelt, sie strotzen von der Reife nahen Samenkörpern; erst nach langem Suchen gelingt es eine Hodenzelle anzutreffen, welche übrigens dieselbe Bewegungserscheinungen darbietet, wie sie für die andere Species beschrieben wurden.

Von Fischen habe ich nur den Karpfen untersucht, jedoch ohne Resultat.

Aus der Abtheilung der Wirbellosen fand ich weder im Kohlweissling noch im Flusskrebse amöboide Hodenzellen; mehrfach

1) Ueber die sogenannte Molecularbewegung in thierischen Zellen, insonderheit in den Speichelkörperchen. Sonder-Abdruck aus dem XLV. Band der Sitzungsb. d. königl. Akademie der Wissenschaften. S. 3 f.

jedoch sind mir dieselben in den Hodenschläuchen der Wasserassel begegnet, wenn ich deren Inhalt unter Jodserum entleerte. Sie haben bei diesem Isopoden eine Grösse von 0,013 Mm. und zeigen einen mehr oder weniger homogenen Kern von 0,009 Mm., sowie kleine diesen umgebende Körnchen. Ihre Bewegung entspricht durchaus der für die anderen Thiere gegebene Darstellung.

Die angeführten Beispiele, deren Zahl der vorgerückten Jahreszeit wegen leider nicht weiter abwärts im Thierreiche vermehrt werden konnte, möchten wohl hinreichen, die Vermuthung auszusprechen, dass die Contractilität eine den Hodenzellen aller Thiere gemeinsame Eigenschaft sei. Freilich sind wir Ausnahmen begegnet; aber sollten diese nicht durch irgendwelche, wenn auch noch nicht erklärte Nebenursachen bedingt werden? Es drängt sich nun die Frage auf, in welcher Beziehung die amöboiden Zellen zur Entwickelung der Samenkörper stehen.

Wir wissen durch Kölliker's[1]) bahnbrechende Forschungen auf diesem Gebiete, dass die befruchtenden Elemente des Samens durch direkte Metamorphose aus den Kernen der Samenzellen hervorgehen — eine Beobachtung, welche in neuerer Zeit von Henle[2]) durch genaue Untersuchung bestätigt wird.

Zunächst sind es die glatten Kerne, welche sich in Samenkörper umwandeln. Solche kommen den in Fig. 1 u. 2 gezeichneten Zellen zu. Von diesen kann also angenommen werden, dass sie unmittelbar bei der Genese der Samenkörner thätig sind.

Die Bedeutung der Zellen mit grossem, grobkörnigem Kerne ist, wie Henle ganz richtig sagt, nicht mit völliger Bestimmtheit festzustellen, jedoch liegt die Vermuthung nahe, dass dieselben Jugendzustände der glattkernigen darstellen.

Für die in Fig. 9 abgebildete Zelle aus dem Hoden der Wasserassel muss ich mit Bestimmtheit annehmen, dass sie mit der

---

1) Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg Bd. VI, 1856, S. 80. — Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. VII, 1856, S. 204.

2) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen, 1864, Bd. II Buch II S. 355 f. Fig. 268.

Entwicklung der Samenkörper jenes Thieres, wenn diese auch eine ganz verschiedene ist, in directer Verbindung steht.

Vielleicht könnte an eine Verwechselung der geschilderten amöboiden Zellenformen mit Lymphkörperchen gedacht werden, deren Anwesenheit im Hoden sich aus einer doppelten Quelle herleiten liesse.

Wir haben aus den neueren Untersuchungen über die Lymphwege des Hodens erfahren, dass zwischen den Samenkanälchen ein vollständiges Kanalsystem von Lymphgefässen existirt. Ob dieses jedoch bereits körperliche Elemente liefert, scheint noch zweifelhaft, jedenfalls ist deren Anzahl eine geringe. (Siehe dar. Tomsa, Beiträge zur Lymphbildung, Wiener Sitzungsberichte. Bd. XLVI S. 196 f.)

Eine Beimischung weisser Blutkörperchen, welche aus den durchschnittenen Gefässen herrühren, kann dagegen leicht stattfinden. In beiden Fällen möchte es indessen mannigfacher Verschiedenheiten wegen, auf welche ich hier nicht näher eingehen will, nicht schwer fallen, Lymphkörperchen von den Zellen, welche dem Inhalte der Samenkanälchen entstammen, zu unterscheiden.

Soviel mir bekannt ist, bin ich der Erste, welcher Bewegungserscheinungen an den Hodenzellen beobachtet hat.

Dass eine Angabe von Ankermann[1]), welcher an Samenzellen vom Frosche bei Wasserzusatz eine undulirende Bewegung der Zellenmembran wahrgenommen haben will, mit den von mir angegebenen Thatsachen nicht in Zusammenhang zu bringen ist, geht schon daraus hervor, dass Wasser, wie ich oben angeführt, die amöboide Bewegung jener Zellen sofort aufhebt. Wohl habe ich gesehen, wie beim Eintritte der Imbibition der »granulöse Inhalt der Zellen«, insofern damit die den Kern umgebenden Körnchen gemeint sind, sich zu bewegen anfängt; niemals aber ist es mir gelungen, eine wellenförmige oder gar flimmernde Bewegung der Zellenwand wahrzunehmen.

Letztere Beobachtung möchte also wohl auf einer Täuschung beruhen, über deren muthmasslichen Grund sich bereits Kolliker ausgesprochen hat[2]).

---

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. VIII, 1857, S. 141.
2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. VII, 1856, S. 268.

Ob dagegen mit Kölliker dieselben Zweifel gegen eine dahin einschlagende Notiz von Remak[1]) zu erheben sind, will ich unentschieden lassen.

Jener Forscher sah kleine $\frac{1}{500}$ Linie grosse Kügelchen mit den Bündeln von Samenfäden, am Schwanzende der letzteren angeheftet, aus der Samenzelle austreten. Solche Sarkode-ähnliche Körper sollen in freiem Zustande unter Wasser sehr lebhafte Bewegung und Formveränderung, wie eine Amoebe, zeigen.

Eine ganz ähnliche Angabe wurde später ohne Berücksichtigung der Remak'schen von Liégeois[2]) gemacht. Er sagt von den Samenkörpern des Frosches: »Ces spermatozoaires présentent à une de leurs extrémités un prolongement extrêmement pâle, portant généralement sur son trajet quelques granulations et terminé par un renflement arrondi ou elliptique. Quelquefois ce prolongement, au lieu de faire suite à un spermatozoaire, fait suite à un globule arrondi, brillant. Le spermatozoaire et le globule sont animés de mouvements rapides.«

Ich weiss nicht, ob in diesen beiden Fällen eine Verwechselung der aktiven Bewegung mit einer passiven, hervorgerufen durch abgerissene Stücke von Samenfäden, zu Grunde liegt — möglich, dass die in der Samenzelle enthaltenen Protoplasmareste noch eine Zeit lang ihre Contractilität erhalten, wenngleich ich kaum glaube, dass solche bei Wasserzusatz fortdauern würden.

Eine amöboide Bewegung der Samenzellen selbst hat übrigens Remak, wie ich durch persönliche Mittheilung erfahren habe, niemals beobachtet.

Bekanntlich wurde von Schneider[3]) eine amöboide Bewegung der Samenkörper bei den Nematoden entdeckt. Hühnereiweiss, Kochsalz- und Zuckerlösung dienten als Untersuchungsflüssigkeit. Claparède[4]) bestätigte und erweiterte die Darstellung Schneider's.

Niemals jedoch gelang es jenen beiden ausgezeichneten Forschern, weder an den Entwicklungszellen der Samenkörper, noch an solchen,

---

1) Müller's Archiv Jahrg. 1854 S. 253.

2) Gazette médicale de Paris, Tome seizième, Année 1861, p. 640.

3) Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1856, S. 192.

4) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. IX, 1857, S. 106. — De la formation et de la fécondation des œufs chez les vers nématodes par Edouard Claparède. Genève 1859. p. 90.

welche der Samenblase des Männchens entnommen waren, Bewegungserscheinungen zu beobachten. Es zeigten sich diese erst bei denen, welche im Eileiter, der Samentasche oder dem Uterus des Weibchens vorgefunden wurden.

Unverkennbar ist übrigens die grosse Aehnlichkeit in der Bewegung dieser Samenkörper mit der der Hodenzellen anderer Thiere [1]).

Ein besonderes Interesse muss die Uebereinstimmung gewähren, welche wir in Bezug auf die Eigenschaft der Contractilität bei den ersten Stadien der männlichen wie der weiblichen Zeugungselemente finden.

Abgesehen von dahin gehörigen Beobachtungen am Dotter reifer Eier, welche uns Ecker, Remak, Leydig, Reichert u. A. mitgetheilt haben, möchte ich auf die Angaben von H. Müller [2]) über das Eierstocksei von Helix pomatia und von Leydig [3]) über das Ei der Daphnia longispina hinweisen.

Auch für die höheren Thiere wissen wir durch Pflüger's [4]) klassische Arbeit über den Eierstock, dass die jungen Eizellen mit einem Bewegungsvermögen begabt sind.

Es entdeckte Pflüger diese Erscheinung an Eierstockseiern der Katze, welche unter Humor aqueus und Albumin untersucht wurden.

Seine treffende Darstellung entspricht in Wort und Bild durchaus den von mir am häufigsten beobachteten Gestaltsveränderungen der Hodenzellen.

Versuche über Aufnahme von Farbstoffpartikel, welche Haeckel (S. dessen ausgezeichnete Monographie »die Radiolarien« 1862 S. 105) und Andere mit günstigem Erfolge ausgeführt haben, blieben ohne Resultat.

Es geben also die zelligen Elemente der männlichen Zeugungsorgane dieselben Aeusserungen der Vitalität kund, welche in den letzten Jahren manche Forscher zum Gegenstande ihrer Untersuchung gemacht haben [5]), deren Träger voraussichtlich noch zunehmen und

---

1) Vergl. Claparède a. a. O. Tab.V Fig. 23—28, sowie Tab.VII Fig. 6.

2) Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg Bd. X, 1860, S. XXIII.

3) Naturgeschichte der Daphniden, Tübingen 1860, S. 145.

4) Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen, Leipzig 1863, S. 51 f., Taf. III. Fig. 2—10.

5) Eine genaue Aufzählung der nach dieser Richtung hin beobachteten Thatsachen finden wir bei Kölliker (Verhandlungen der physikalisch-medi-

die Basis immer mehr und mehr erbreitern werden für die Annahme Kölliker's[1]), dass alle Zellen auf einer gewissen Stufe ihrer Entwickelung Bewegungen zeigen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Hodenzellen vom Meerschweinchen.

1. 2. 3. Doppelkernige Zelle in wechselnder Gestalt.

a. b. c. d. e. Einkernige Zelle in Bewegung und Ruhe. Der Fortsatz bei c und d bewegt sich langsam hin und her, wird endlich wieder eingezogen, worauf die Zelle wieder rund wird und in dieser Form beharrt.

α. β. Grössere Zelle, welche sich sehr lebhaft bewegte.

Fig. 2. Hodenzellen desselben Thieres.

1–9. Gestaltsveränderung einer Zelle mit zwei Kernen, welche ein Kernkörperchen zeigen. Nachdem der Fortsatz bei 8 sich zurückgezogen hatte, traten (9) geknöpfte Fäden aus der jetzt dunkler gewordenen Zelle hervor und liessen eine schwingende Bewegung erkennen.

Fig. 3. Hodenzelle eines Kalbsembryo.

1–15. Zelle mit grossem granulirtem Kerne in mannigfacher Veränderung ihrer Form.

Fig. 4. Hodenzelle der Taube.

1—4, a—f, α—δ. Bewegungserscheinungen an drei einkernigen Zellen.

Fig. 5. Hodenzelle desselben Thieres.

1—15. Doppelkernige Zelle in lebhafter amöboider Bewegung.

Fig. 6. Hodenzelle vom Hahn.

1–6. Einkernige Zelle, a–g. Zelle mit zwei Kernen, ihre Gestalt vielfach verändernd.

---

zinischen Gesellschaft zu Würzburg Bd. VIII, 1858, S. 122), sowie bis zum Jahre 1863 in dem Handbuche der Gewebelehre, 4. Aufl. S. 44. Es möchten insbesondere noch nachzutragen sein die Resultate, welche seitdem durch die trefflichen Arbeiten von M. Schultze (Das Protoplasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen, 1863), v. Recklinghausen (a. a. O.). Virchow (Ueber bewegliche thierische Zellen, dessen Archiv Bd. XXVIII, 1863), Kühne (Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität, 1864) und Preyer (Ueber amöboide Blutkörperchen, Virchow's Archiv Bd. XXX, 1864, S. 417) gewonnen worden sind.

3) Verhandl. der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg Bd. VIII, 1858, S. 123 f. Handb. der Gewebelehre, 1863, S. 45.

Fig. 7. Hodenzellen des grünen Wasserfrosches.
1—16. Einkernige, a. doppelkernige Zelle in Bewegung.

Fig. 8. Hodenzellen desselben Thieres.
α. Zelle mit einem hellen Kerne.
1—4. Zelle mit zwei ein Kernkörperchen führenden Kernen.
a—g. Zelle mit einem Kerne und zwei Kernkörperchen; sehr lebhafte Bewegung des Protoplasma. (Das Präparat wurde in einer 1½ % Lösung von phosphorsaurem Natron untersucht.)

Fig. 9. Hodenzelle der Wasserassel.
1—14. Zelle mit grossem Kerne in lebhafter Formveränderung.

Ueber

eine neue Einrichtung des Schraubenmikrometers.

Von

Hugo von Mohl.

Da durch die Verbesserungen, welche das Mikroskop in den letzten Decennien erreichte, das mikroskopische Sehen in hohem Grade an Schärfe und Bestimmtheit gewann, so muss es zweifelhaft erscheinen, ob die in Deutschland gewöhnlich angewendeten Mikrometer eine im Verhältnisse zur scharfen Begrenzung des mikroskopischen Bildes stehende Grössenbestimmung der beobachteten Objecte zulassen. Auf eine vollkommen richtige Bestimmung dieser Grösse muss man natürlicherweise, wie bei jeder anderen Messung, Verzicht leisten, es kann sich nur um eine mehr oder weniger grosse Annäherung an das wirkliche Verhältniss handeln, dagegen kann es keinem Zweifel unterliegen, dass der Steigerung der Schärfe unseres Gesichtssinnes auch eine Steigerung der durch die Messinstrumente zu erreichenden Genauigkeit parallel gehen soll. Das mindeste, was man verlangen muss ist, dass sich die Breite der kleinsten mittelst des Auges noch erkennbaren Fläche durch das Instrument bestimmen lässt, besser dagegen ist es, wenn die durch das Messinstrument erreichbare Genauigkeit weiter geht, als die Leistungen des Auges, denn nur in diesem Falle sind wir sicher uns der äussersten Grenze der Genauigkeit, die mittelst des mikroskopischen Sehens erreichbar ist, zu nähern und ein Instrument zu besitzen, welches nicht der Gefahr ausgesetzt ist, durch die nächste Verbesserung des Mikroskopes seinen Werth wieder grossentheils zu verlieren.

Gegen die Forderung, dass das Instrument die Grösse der

kleinsten, vom Auge noch erkennbaren Theile bestimmen lässt, verstösst die in Deutschland am gewöhnlichsten angewendete Messungsmethode, die Anbringung eines Glasmikrometers im Oculare in hohem Grade. Das Auge erkennt Grössen, welche wohl zehnmal kleiner als die Abtheilungen der durch den Mikrometer gebildeten Scale sind, ohne dass man diesem Uebelstande durch Anwendung eines feiner getheilten Mikrometers entgehen könnte, indem der letztere nur durch die schwach vergrössernde Ocularlinse gesehen wird und desshalb wohl nicht mehr als 50 Striche auf die Linie erhalten kann, wenn es möglich sein soll, die letzteren deutlich zu unterscheiden und wenn nicht das Bild des Objectes, dessen Deutlichkeit immer unter dem Einflusse des Glasmikrometers noth leidet, durch denselben gar zu undeutlich werden soll. Eine bis auf Bruchtheile einer tausendstel Linie gehende Bestimmung der Grösse eines mikroskopischen Körpers ist daher durch einen ins Ocular eingelegten Mikrometer ebenso unmöglich, als man im Stande wäre mittelst eines in Zolle, aber nicht mehr in Linien eingetheilten Maassstabes die Grösse eines Menschen auf erträgliche Weise zu bestimmen.

Ueberdies leidet der ins Ocular eingelegte Glasmikrometer an dem schweren Gebrechen, dass seine Abtheilungen für die verschiedenen Theile des mikroskopischen Bildes nicht den gleichen Werth besitzen, weil das letztere in seinen vom Mittelpunkte des Gesichtsfeldes entfernten Theilen eine mehr oder weniger bedeutende Verzerrung erleidet. Eine viel grössere Sicherheit als bis zu $\frac{1}{1000}'''$ oder höchstens $\frac{1}{2000}'''$ wird man daher schwerlich mit dieser Messungsmethode erreichen; dagegen ist dieselbe leicht und bequem, wo nur eine geringere Sicherheit verlangt wird.

Weit günstiger stellt sich das Verhältniss bei dem Schraubenmikrometer, wenn dieser gut gearbeitet ist. Dieser war in der Form, in welcher er von Fraunhofer eingeführt wurde, bei welcher bekanntlich das Object unter dem feststehenden Mikroskope durch die Mikrometerschraube um seine eigene Grösse verschoben wird, als ein in hohem Grade vollendetes Instrument zu betrachten, weil er gleichmässig die Messung grösserer und kleinerer Objecte gestattet, bei Anwendung der verschiedenen Vergrösserungen des Mikroskops das gleiche, durch eine sehr einfache Rechnung zu ermittelnde Resultat liefert, vorzugsweise aber desshalb, weil bei seiner Anwendung das Sehen genau in der optischen Achse des Mikroskops stattfindet und daher jeder Fehler, welcher in einer durch das

Objectiv und Ocular verursachten Verzerrung des Bildes begründet sein kann, vollständig beseitigt ist, ein Vortheil, den keine andere Messungsmethode mit gleicher Sicherheit gewährt. Die Angaben des Instrumentes gingen endlich zur Zeit seiner Einführung viel weiter, als die damaligen Leistungen der Mikroskope, indem dasselbe die Messung bis auf $\frac{1}{10000}'''$ gestattet, während durch die Fraunhofer'schen Mikroskope die Linien eines in $\frac{1}{1000}'''$ getheilten Mikrometers nicht mehr unterschieden werden können. Diese Vorzüge des Schraubenmikrometers sind so entschieden, dass es auch noch jetzt in allen Fällen, in welchen es nicht auf die äusserste Genauigkeit ankommt, kein anderes irgend mit ihm in Vergleichung kommendes mikroskopisches Messinstrument giebt.

Nun ist allerdings zuzugeben, dass beim Messen mittelst dieses Instrumentes die Genauigkeit nicht erreicht wird, welche man aus seiner Construction abzuleiten geneigt sein könnte. Da über die Ursachen der Fehler, mit welchen diese Messungen behaftet sind, manche Ansichten ausgesprochen wurden, welche ich nicht für richtig erachten kann und da mein unten zu beschreibender Mikrometer ebenfalls mit einer Schraube versehen ist, und desshalb, wenn auch in vermindertem Grade, an den gleichen Gebrechen leidet, so erlaube ich mir einige Bemerkungen über die Ursache dieser Fehler zu machen.

Man sucht gewöhnlich den Hauptgrund derselben in der mangelhaften Ausführung der Mikrometerschraube, von welcher z. B. Harting (das Miskroskop. 511) annimmt, dass sie gar leicht mit Fehlern behaftet sein könne, welche $\frac{1}{100}$ und mehr vom wahren Werthe der Schraubenumgänge betragen. Sollte, was mir nicht klar wurde, hierunter verstanden sein, dass die vom Mechaniker gemachte Angabe, dass der Schraubenumgang einer gewissen Grösse z. B. $\frac{1}{10}'''$ entspreche, nicht genau sei, so kann ich nicht einsehen, wie man hieraus einen den Schraubenmikrometer, als Messinstrument, treffenden Fehler ableiten wollte, das wäre ebensowenig der Fall, als es ein Fehler einer astronomischen Uhr ist, wenn sie zu schnell oder zu langsam geht, vorausgesetzt dass ihr Gang gleichförmig ist. Ebenso ist es völlig gleichgültig, welche Grösse der Umgang einer Mikrometerschraube besitzt, vorausgesetzt dass die verschiedenen Umgänge gleiche Grösse haben. Einen Fehler würde nur der Beobachter begehen, der sich auf die vom Mechaniker angegebene Grösse des Schraubenumganges verlassen würde, ohne sie zu controliren. Sollte aber jener Einwand sagen wollen, dass die Schrauben-

umgänge leicht um $\frac{1}{100}$ unter einander ungleich sein können, so würde darin eine grosse Uebertreibung liegen. Es ist allerdings eine bekannte Thatsache, dass die Verfertigung einer tadellosen Schraube zu den schwierigsten Aufgaben der praktischen Mechanik gehört und ich will auch gar nicht läugnen, dass mir miserabel gearbeitete und vollkommen unbrauchbare Schraubenmikrometer vorgekommen sind, allein in guten Werkstätten gearbeitete Mikrometerschrauben leiden nicht entfernt an solchen colossalen Fehlern. Ich habe die Schraube des unten beschriebenen Mikrometers so genau, als mir möglich war, untersucht und gefunden, dass sie allerdings nicht vollkommen gleichförmig ist, indem die Grösse der Schraubenumgänge von dem einen Ende der Schraube zum andern abnimmt, allein der Unterschied betrug nicht mehr als $\frac{1}{200000}$''', um welche am einen Ende die Umgänge grösser, am andern kleiner, als die in der Mitte gelegenen, waren. Dieser Fehler ist verschwindend klein und er kann noch überdiess, wenn es für nöthig erachtet wird, in Rechnung gezogen werden.

Die Schriftsteller über das Mikroskop stellen ferner gewöhnlich an den Schraubenmikrometer die Forderung, dass die Schraube keinen todten Gang haben soll. Das heisst das Unmögliche verlangen, eine Schraube die sich so leicht, wie eine Mikrometerschraube soll drehen lassen, hat immer einen todten Gang, wenn er auch so klein ist, dass er nicht durch das Gefühl und das Auge erkennbar ist. Dass dieses ein Uebelstand ist, ist zuzugeben, obgleich bei einiger Vorsicht kein bedeutender Nachtheil für die Messung aus ihm hervorgehen kann, nämlich dann wenn man beim Messen die Schraube nur vorwärts dreht, wobei sie sich in Folge des vom Schieber geleisteten Widerstandes mit ihrem vorderen Ende an ihm feststemmt, während sie in der Schraubenmutter an die Windungen derselben rückwärts angedrückt wird. Auf diese Weise verschwindet jede Ungleichförmigkeit der Bewegung, welche im todten Gange der Schraube begründet sein könnte, von selbst, ohne dass es nöthig ist eine demselben entgegenwirkende Feder anzubringen, wie dieses an den Schraubenmikrometern von Plössl und Schieck geschehen ist, eine Einrichtung, die auch wieder ihre Nachtheile im Gefolge hat. An und für sich ist also der todte Gang der Schraube auf die regelmässige Bewegung derselben ohne Einfluss, allein ich bin doch nicht sicher, ob nicht der Umstand, dass die Schraube in ihrer Mutter einen gewissen Spielraum hat, auf eine andere Weise ihren regelmässigen Gang

stören kann. Die Schraube dreht sich zwar in ihrem hinteren, cylindrisch abgedrehten Theile in einem festen Lager, allein ihr vorderes am Schieber anliegendes Ende ist in seiner Stellung nicht fixirt, unter diesen Umständen kann die Schraube durch einen seitlichen, auf ihren mit dem getheilten Kreise fest verbundenen Kopf ausgeübten Druck, welchen man ganz unwillkührlich beim Drehen der Schraube ausüben kann, in ihrer Mutter, in welcher der mittlere Theil der Schraube liegt, seitwärts verschoben werden, wodurch ihr Gang eine Störung erleiden muss. Ein schwacher seitlicher Stoss auf den Schraubenkopf hat diese üble Folge in einem sehr deutlichen Grade, ein Druck muss ihn also wohl auch, wenn gleich in minderem Grade haben, und dafür dass man einen solchen Druck beim Gebrauche des Mikrometers leicht ausübt, werde ich weiter unten den Beweis bringen.

Ein anderer Einwurf, welcher aber den Schraubenmikrometer nicht selbst, sondern nur seine Anbringung an einem zu schwach gearbeiteten, oder fehlerhaft construirten Stative trifft, ist ebenfalls gegründet. Ein solches federt nämlich sehr leicht unter dem bei dem Drehen der Schraube ausgeübten Drucke. Die hierdurch erzeugten Fehler sind freilich im allgemeinen gering, sie müssen aber einen Einfluss auf das Resultat der Messung haben und es wird von den meisten Mechanikern auf diesen Punkt bei dem Bau ihrer Stative zu wenig Rücksicht genommen, von einzelnen sogar in hohem Grade gegen denselben gesündigt, haben doch einige den Schraubenmikrometer auf einem Objecttische angebracht, welcher nicht einmal an der Säule des Mikroskops festgeschraubt, sondern zum Behufe der Einstellung verschiebbar ist.

Endlich habe ich noch einen Uebelstand zu erwähnen, welcher ebenfalls nicht in der Construction des Schraubenmikrometers begründet ist, sondern durch nachlässige Behandlung desselben hervorgerufen werden kann und welcher im Stande ist zu gar nicht unbeträchtlichen Fehlern Veranlassung zu geben. Wenn nämlich das Fett, mit welchem die Schraube und der Schieber eingeschmiert sind, mit der Zeit zäh wird, so werden in Folge der hierdurch erschwerten Bewegung des Schiebers Spannungen im Instrumente hervorgerufen, welche sich zwar vermöge der Elasticität seiner Theile wieder ausgleichen, aber erst nachdem die Einstellung, welche unter solchen Umständen immer fehlerhaft ausfallen muss, geschehen ist. Man überzeugt sich hiervon leicht, wenn man den Spinnenfaden des Oculars auf den

Rand eines Objectes einstellt und nun das Instrument ruhig stehen lässt, indem sich der Spinnenfaden langsam von seiner Stelle bewegt, während er bei einem in guter Ordnung befindlichen Instrumente unverrückt stehen bleibt. Ich fürchte es werden gar wenige mikroskopische Beobachter von Zeit zu Zeit den Schraubenzieher zur Hand nehmen, ihr Instrument auseinandernehmen, reinigen und neu einschmieren.

Auf diese Weise haben wir im Schraubenmikrometer ein Instrument, welches gut ausgeführt und sorgfältig behandelt seinem Zwecke in hohem Grade entspricht, im gegentheiligen Falle freilich auch geeignet ist, zu herzlich schlechten Messungen Veranlassung zu geben. Allerdings liegen auch in seiner Construction selbst (in der unvollkommenen Form der Schraube, in dem todten Gang derselben, in der Elasticität der Stative) einige Gründe zu Fehlern, welche aber bei umsichtigem Gebrauche in enge Grenzen eingeschlossen sind. In den meisten Fällen sind dagegen die Fehler, welche den mit diesem Instrumente gemachten Messungen anhaften, um sehr vieles bedeutender, als die im Instrumente selbst begründeten, und sind Schuld des Beobachters, indem dieser die Einstellung des Fadens auf die Ränder des Objectes mehr oder weniger fehlerhaft vornimmt. Bis auf einen gewissen Grad ist dieses unvermeidlich, denn die Schärfe auch des mit dem Mikroskope bewaffneten Auges ist eine begrenzte und lässt immer einige Unsicherheit über den Rand des Objectes übrig. Namentlich erscheint als gewaltiges Hinderniss einer scharfen Einstellung der bekannte Lichtsaum, welcher die Ränder des Bildes umgiebt und in so vielen Fällen zu mikroskopischen Täuschungen Veranlassung gegeben hat. Ferner kommt hinzu, dass wenn sich der Spinnenfaden dem Rande des Objectes nähert, eine Beugung des Lichtes ins Spiel tritt, welche den Moment des Zusammentreffens des Fadens mit dem Objecte unsicher macht, Gründe genug, die Erreichung einer sehr grossen Genauigkeit bei der Einstellung unmöglich zu machen.

Da diejenige Genauigkeit, welche man bei diesen Messungen überhaupt erhält, nur mittelst des mikroskopischen Sehens und nicht mit dem blossen Auge erreichbar ist, so könnte man glauben, dass die Genauigkeit der Einstellung in gleichem Verhältnisse, wie die angewendete Vergrösserung zunehme, allein factisch verhält sich die Sache anders, weil die stärkeren Mikroskopobjective relativ weit schlechter sind, als die schwächeren und weil in Folge davon ein grosser Theil des durch die Vergrösserung des Bildes erlangten Gewinnes wieder

durch die Abnahme der Schärfe seiner Umrisse verloren geht. Dennoch lässt sich leicht zeigen, dass mit der Stärke der Vergrösserung die Möglichkeit genau zu messen in hohem Grade zunimmt. Benützt man z. B. einen mit schön gezogenen Linien versehenen Glasmikrometer als Object, so erscheinen die Linien desselben, wenn sie etwa $\frac{1}{1000}$''' breit sind, unter einer schwächeren, etwa 100fachen Vergrösserung als einfache schwarze Striche, dagegen unter einer etwa 400fachen Vergrösserung als ein schmales, von zwei zarten Parallellinien begrenztes Band. Bei dem Gebrauche der schwächeren Vergrösserung muss man auf den Strich als Ganzes einstellen und wird ganz zufrieden sein müssen, wenn die einzelnen Einstellungen bis auf die ganze Breite des Striches übereinstimmen, wogegen eine starke Vergrösserung erlaubt, auf den Rand der Striche einzustellen und damit eine bedeutend grössere Genauigkeit zu erlangen. Das alles liegt so sehr in der Natur der Sache und findet seine Anwendung nicht nur beim Gebrauche des Schraubenmikrometers, sondern bei jeder mikroskopischen Messung, dass ich es für vollkommen überflüssig gehalten hätte, diesen Umstand zu berühren, wenn ich nicht zu meiner Verwunderung in einigen mit Recht berühmten Werken über das Mikroskop die Ansicht gefunden hätte, dass beim Gebrauche des Fraunhofer'schen Schraubenmikrometers »alle begangenen Fehler, mögen sie beim Einstellen des Objectrandes am Faden vorgekommen sein oder in der Schraube selbst liegen, in gleichem Maasse wie die angewendete Vergrösserung wachsen.« (Harting, Het microskoop. II. 307. Das Mikroskop. 513. Carpenter, the microscope and its revelations. 3 edit. p. 110.) Soll hiermit ausgesprochen sein, dass in der Steigerung der Vergrösserung eine Fehlerquelle liege, und einen anderen Sinn kann ich in den angeführten Stellen nicht finden, indem der bezeichnete Umstand als ein Grund für die Unsicherheit der mit dem Schraubenmikrometer ausgeführten Messungen aufgeführt wird, so liegt dieser Meinung, dass mit der Vergrösserung die Fehler wachsen, ein Irrthum zu Grunde, welcher auf eine unklare Vorstellung von dem Verhältnisse des Mikroskops zum Schraubenmikrometer hinweist. Die Messung mittelst des letzteren beruht darauf, dass das zu messende Object mittelst der Schraube quer unter dem Mikroskope um seine eigene Grösse verschoben wird, zu welcher Verschiebung ganz unabhängig von jeder Vergrösserung die Vorwärtsbewegung eines mit dem Objecte gleich grossen Theiles der Schraube verwendet wird, mag dieser Theil der Schraube

beschaffen sein, wie er immer will, mit feinen oder groben, regelmässigen oder unregelmässigen Windungen versehen sein. Damit nun diese Verschiebung genau so gross, als die eigene Grösse des Objectes ist, wird das Mikroskop zur festen Bestimmung des Anfanges und Endes derselben benützt, indem man in dem Momente, in welchem der eine Rand des Objectes mit der Achse des Mikroskops und damit sein mikroskopisches Bild mit dem Spinnenfaden des Oculars zusammentrifft, die Bewegung der Schraube anhält, den Stand derselben abliest und nun die Schraube weiter bewegt, bis ber zweite Rand des Objectes mit der Mikroskopachse und dem Spinnenfaden zusammenfällt, worauf die zweite Ablesung erfolgt. Aus dem Unterschiede beider Ablesungen, in Umgängen der Mikrometerschraube ausgedrückt, ergiebt sich die Grösse des Objectes; die Drehung der Schraube ist dagegen vom Mikroskope und von der Grösse des von demselben entworfenen Bildes vollkommen unabhängig, wesentlich ist nur die Beobachtung des Zusammentreffens des Spinnfadens mit den Rändern dieses Bildes. Nun ist leicht einzusehen, dass wir uns über dieses Zusammentreffen desto genauer unterrichten können, je stärker die Vergrösserung ist. Begehen wir in dem Aneinanderlegen des Fadens und des Objectrandes einen Fehler, so sehen wir diesen allerdings mit der stärkeren Vergrösserung deutlicher und grösser, desshalb ist aber in der Bewegung der Schraube kein grösserer Fehler gemacht worden, als wenn wir ihn mittelst einer schwächeren Vergrösserung kleiner sehen.

Wenn das zu messende Object ein mit zarten Linien gezeichnetes Bild darstellt, so kann mit den stärkeren Vergrösserungen der neueren Mikroskope eine sehr geringe Grösse bestimmt unterschieden werden. Es ist z. B. mit einer 1000fachen Vergrösserung, mit welcher die Punkte auf dem Panzer eines Pleurosigma angulatum als Sechsecke gesehen werden, gar wohl möglich den 4ten bis 5ten Theil der Breite derselben, d. h. $\frac{1}{16000}$''' bis $\frac{1}{20000}$''' zu unterscheiden, daher ist es wenigstens der Theorie nach möglich bei günstigen Objecten bis auf diese Grösse genau einzustellen. Allein in den meisten Fällen wird man schon aus optischen Gründen hinter dieser Grenze um ein Beträchtliches zurückbleiben müssen, wenn das Object ein weniger scharfes Bild giebt, wie schon daraus erhellt, dass es mit unseren jetzigen Mikroskopen, wenigstens mit den mir zu Gebote stehenden, unmöglich ist auf einer Nobert'schen Platte die in $\frac{1}{9000}$ und $\frac{1}{10000}$''' getheilten Gruppen in ihre Linien aufzulösen. Da nun bei einer Messung die Gefahr eintritt an beiden Rändern des

Objectes bei der Einstellung einen Fehler zu machen und da die Fehler beider Einstellungen sowohl innerhalb als ausserhalb der wahren Grenze des Bildes liegen können, so können aufeinanderfolgende Messungen des gleichen Objectes um das Vierfache des bei einer einzelnen Einstellung gemachten Fehlers von einander abweichen. Die Grösse dieser im optischen Theile des Mikroskops begründeten Fehler zu bestimmen wage ich nicht, da sie bei wirklichen Messungen mit den in anderen Verhältnissen begründeten sich vermischen. Da jedoch bei meinem Mikrometer, bei welchem die optischen Mängel natürlicherweise die gleichen sind wie bei dem Fraunhofer'schen Mikrometer, die erfahrungsmässig sich ergebenden grössten Abweichungen unter den einzelnen Messungen des gleichen Objectes beim Gebrauche starker Objective $\frac{1}{12000}'''$ nur selten erreichen und beim Gebrauche mittelstarker Objective meistens kleiner als $\frac{1}{8000}'''$ sind, da ferner so grosse Fehler verhältnissmässig selten vorkommen, und zu vermuthen ist, dass sich in ihnen die Summe der zwei Fehler ausspricht, welche bei den zwei zu einer Messung gehörenden Einstellungen vorkommen können, so lässt sich wohl schliessen, dass die Unsicherheit bei der einzelnen Einstellung, so weit sie auf der Unvollkommenheit des mikroskopischen Sehens beruht, um ein Beträchtliches kleiner als die angegebenen Grössen ist.

Vergleicht man mit diesen Abweichungen diejenigen, welche man mittelst des Fraunhofer'schen Mikrometers erhält, so sind die letzteren weit bedeutender, indem bei verschiedenen Reihen von Messungen, die ich mit Sorgfalt vornahm, die grössten Abweichungen unter den Messungen des gleichen Objectes im Mittel $\frac{1}{1800}'''$ betragen, womit auch die von Harting (Recherches micrométriques p. 5, 15, 16) erhaltenen Resultate wohl übereinstimmen. Der Grund dieser stärkeren Abweichungen kann nicht in dem optischen Theile des Messinstrumentes liegen, aber ebensowenig in mangelhafter Ausführung des Mikrometers, denn Harting und ich verwendeten Instrumente, die aus vier verschiedenen ausgezeichneten Werkstätten (Powell, Plössl, Merz, Steinheil) hervorgingen und namentlich war einer der von mir benützten Mikrometer der gleiche, welcher nach meiner Art verwendet die oben angeführten weit geringeren Abweichungen ergab. Der Hauptgrund dieser stärkeren Abweichungen liegt also in der Art und Weise, wie beim Fraunhofer'schen Mikrometer die Schraube verwendet und die Einstellung vorgenommen wird. Man kann sich darüber nicht täuschen, denn man bemerkt gar bald,

wenn man die Messungen ruhig und sorgfältig vornimmt, dass die Bewegung der die Schraube drehenden Hand nicht unter ganz genauer Controle des Auges und des Willens steht, sondern dass der Faden bald zu wenig, bald zu weit vorgeschraubt wird, den Rand des Objectes bald nicht erreicht, bald überschreitet. Um wie viel dieses geschieht hängt zum Theile von den individuellen Eigenschaften des Beobachters ab. Ruhige Aufmerksamkeit, ein scharfes Auge, sichere Hand und Uebung werden eine relativ grössere Sicherheit gewähren, fehlerlose Beobachtungen wird aber keiner liefern, denn Niemand wird beständig dafür gut stehen können, dass er beim Drehen einer Schraube dieselbe nicht um ein oder zwei Tausendstel eines Umganges zu viel oder zu wenig bewegt. Der hierbei begangene Fehler spricht sich aber bei dem Fraunhofer'schen Mikrometer im Resultate der Messung in seiner vollen Grösse aus.

Während auf diese Weise unter einer Reihe von Messungen des gleichen Objectes die am meisten von einander abweichenden Grössenbestimmungen desselben um eine beträchtliche Grösse verschieden sind, so kann man sich bekanntlich der Wahrheit dadurch bedeutend nähern, dass man aus einer grösseren Anzahl von Messungen das Mittel zieht. Sowohl ich als Harting haben den wahrscheinlichen Fehler eines Mittels aus 10 Messungen berechnet und denselben sehr klein gefunden, indem derselbe bei meinen Messungen im Mittel $\frac{1}{47000}$''' betrug (Mikrographie. 311), während Harting zu einem ähnlichen Resultate gelangte. Ich kann mich aber eines Zweifels darüber nicht erwehren, ob man nicht in Folge dieser Berechnungen des wahrscheinlichen Fehlers diesen Messungen eine Genauigkeit zuschreibt, welche sie in der That nicht in Anspruch nehmen können. Man kann nämlich an dem einen Tage von einem Objecte eine Reihe von Messungen erhalten, welche sehr gut untereinander stimmen und deren Berechnung den wahrscheinlichen Fehler des Mittels sehr gering erscheinen lässt, wiederholt man aber an einem andern Tage die Messungen, so erhält man wieder gut übereinstimmende Resultate, deren Berechnung wieder einen geringen wahrscheinlichen Fehler zu erkennen giebt, während die aus jeder dieser Messungsreihen gezogenen Mittel weit stärker von einander abweichen, als der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Reihe beträgt. Natürlicherweise würde sich, wenn man in einem solchen Falle den wahrscheinlichen Fehler aus beiden Reihen zusammen ableiten würde, derselbe

höher herausstellen, als die bisherigen Probemessungen zeigten. Da nun von denen, welche den Schraubenmikrometer benützen, wohl sehr selten solche wiederholte Messungen gemacht werden, so ist nicht zu bezweifeln, dass viele der mikrometrischen, mittelst dieses Instrumentes erhaltenen Angaben an nicht unerheblichen Fehlern leiden, um so mehr da die von Harting und mir angestellten Probemessungen, welche das angeführte Resultat ergaben, an besonders geeigneten Objecten und mit besonderer Sorgfalt ausgeführt wurden. Ich wenigstens möchte in Folge der Vergleichung solcher wiederholter Messungen die Sicherheit, welche man mit dem Schraubenmikrometer erreicht, wenn man nicht das Mittel aus einer sehr grossen Zahl von Messungen zieht, nicht über $\frac{1}{10000}'''$ setzen.

Da ich nun einentheils mit dem Grade der Genauigkeit, den ich bei der einzelnen Messung mittelst des Fraunhofer'schen Mikrometers erhielt, nicht zufrieden war, anderntheils ein Instrument zu besitzen wünschte, dessen Angaben sich bei der einzelnen Messung auf kleinere Grössen, als der Fraunhofer'sche Mikrometer angiebt (d. h. in der Regel $\frac{1}{10000}'''$) erstrecken, so versuchte ich schon vor vielen Jahren den Bau des Schraubenmikrometers auf die Weise abzuändern, dass mit demselben nicht das Object selbst, sondern ein vergrössertes Bild desselben dadurch gemessen wird, dass durch die Mikrometerschraube das Ocular des Mikroskops über dem durch das Objectiv entworfenen Bild hinübergeführt wird. Nach einigen vorläufigen Versuchen, welche zeigten, dass auf diese Weise ein wirklicher Gewinn zu erhalten sei, entwarf ich den Plan zu einem solchen Instrumente, dessen vortreffliche mechanische Ausführung ich meinem Freunde Steinheil verdanke.

Ich ging dabei von dem Gedanken aus, dass die Fehler der Messung, welche bei Benutzung des Fraunhofer'schen Schraubenmikrometers vorkommen, mögen sie im unregelmässigen Gange der Schraube, oder in unrichtigem Einstellen begründet sein, sich im Resultate der Messung in ihrer vollen Grösse aussprechen, während bei der Messung des vergrösserten Bildes gleich grosse Fehler in demselben Verhältnisse, in welchem das Bild grösser als das Object ist, einen kleineren Werth erhalten. Für die bei der Einstellung begangenen Fehler versteht sich dieses von selbst, dagegen kann es zweifelhaft erscheinen, ob dasselbe auch in gleichem Maasse von denjenigen Fehlern gilt, welche in unregelmässiger Bewegung der Schraube begründet sind. Für einen einzelnen, zufälligerweise vorkommenden

Fehler versteht es sich ebenfalls von selbst, dagegen ist man nicht sicher, dass bei der Methode das vergrösserte Bild zu messen, wozu ein vielfach längerer Theil der Schraube als bei der Messung des Objectes verwendet wird, sich nicht solche Fehler in demselben Verhältnisse wiederholen, in welchem die Zahl der zur Messung verwendeten Schraubenumgänge zunimmt, in welchem Falle nichts gewonnen würde. Es mag sich nun mit dem Vorhandensein solcher im Gange der Schraube vorhandenen Störungen verhalten wie es will, so zeigen jedenfalls die mit dem neuen Instrumente vorgenommenen Messungen, dass dieselben weit geringere Abweichungen untereinander zeigen, als die mit dem Fraunhofer'schen Mikrometer gemachten.

Der Gedanke das vergrösserte Bild des Objectes zu messen gehört meinem Mikrometer nicht eigenthümlich an, indem derselbe schon längst von Ramsden dem in England gebräuchlichen Ocularschraubenmikrometer zu Grunde gelegt war; allein in einem sehr wichtigen Punkte unterscheidet sich mein Mikrometer wesentlich vom Ramsden'schen. Beim letzteren ist das gewöhnliche Mikroskop, bei welchem das Ocular unbeweglich in der Mikroskopachse befestigt ist, benützt und es wird das durch das Objectiv entworfene Bild dadurch gemessen, dass der eine Rand desselben mittelst eines auf dem Objecttische befindlichen Schlittens mit einem im Focus des Oculars befindlichen unbeweglichen Spinnenfaden in Berührung gebracht wird und ein zweiter, mit dem ersten paralleler Spinnenfaden durch die mit dem Oculare verbundene Mikrometerschraube dem ersteren entgegengeführt wird, bis er mit dem zweiten Rande des Bildes zusammentrifft, worauf der Abstand beider Fäden an einer Scale und an dem mit einer Theilung versehenen Kopfe der Mikrometerschraube abgelesen wird. Diese Methode ist eine entschieden fehlerhafte, indem das Bild des Objectes durch das Ocular eine grössere oder geringere Verzerrung erleidet und seine verschiedenen Theile, je nachdem sie von dem Mittelpunkte weiter entfernt liegen, verschieden stark vergrössert sind. Dass diese Ungleichheit der Vergrösserung beim Gebrauche eines Ramsden'schen Oculares bedeutend sein kann, geht aus einer von Harting (Das Mikroskop. 516) gemachten Messung hervor, nach welchem bei einem Dollond'schen, mit einem derartigen Mikrometer versehenen Mikroskope das Bild von 10 Abtheilungen eines Glasmikrometers ein um $\frac{1}{31}$ kleineres Resultat gab, wenn es als Ganzes gemessen wurde, als wenn die einzelnen Abtheilungen des Mikrometers gemessen und die Ergebnisse dieser

partiellen Messungen addirt wurden. Nun kann man allerdings die Abweichungen, welche die Vergrösserung in den verschiedenen Theilen des Gesichtsfeldes besitzt, messen und in Rechnung bringen, allein es wird dadurch die Berechnung einer jeden Beobachtung weitläufig und zuletzt das Resultat doch unsicher.

Um diesem Fehler zu entgehen messe ich die Grösse des durch das Objectiv entworfenen Bildes nicht unter dem feststehenden Oculare durch Bewegung des Spinnenfadens, sondern führe das Ocular mit dem Fadenkreuze mittelst der Mikrometerschraube quer über das Bild weg. Hierbei wird also das Bild nur durch die Achse des Oculars betrachtet, und es kann eine die Sicherheit der Messung beeinträchtigende Verzerrung des Bildes durch das Ocular ebensowenig wie beim Fraunhofer'schen Mikrometer stattfinden.

Eine zweite Aussetzung, die am englischen Ocularmikrometer zu machen ist, betrifft nicht das Princip, auf dem er beruht, sondern seine Anbringung an einem gewöhnlichen Mikroskope. Das letztere gewährt keine hinreichende Stabilität; zur sicheren Messung so kleiner Grössen, zu welchen das Ocularmikrometer an und für sich tauglich ist, bedarf es einer weit grösseren Festigkeit des Instrumentes, als bei der gewöhnlichen Construction des Mikroskopes zu erreichen ist.

Wenige Worte werden genügen, um von der mechanischen Einrichtung meines Mikrometers eine Vorstellung zu geben. Die Grundlage des Stativs bildet eine starke (1,5 Zoll dicke), nach oben zu schwach verjüngte Säule, welche am oberen Ende eine 3''' dicke, horizontal abstehende, in der Mitte mit einer Oeffnung versehene Platte trägt. In diese Oeffnung ist von unten her die Mikroskopröhre eingeschraubt (also unbeweglich), über derselben ist ein Fraunhofer'scher Schraubenmikrometer angeschraubt, welcher jedoch in stärkeren Dimensionen als gewöhnlich ausgeführt ist. Die Schraube desselben hat Umgänge von der Grösse von etwa ¼''', ihr hinteres Ende läuft um die Abnützung möglichst zu verhindern in einem Lager von Agat, ebenso ist in den Theil des durch die Schraube zu bewegenden Schiebers, auf welchen das vordere Ende der Schraube drückt, ein Agat eingelassen. Auf dem Mikrometer befindet sich das durch denselben zu bewegende Ocular (ein orthoskopisches von Kellner) in eine kurze Röhre eingesteckt. Diese Ocularröhre ist jedoch nicht unmittelbar auf dem durch die Mikrometerschraube beweglichen Schieber des Mikrometers befestigt, sondern auf einem zweiten Schieber, welcher sich auf der oberen Seite des ersten, parallel

mit seiner Mittellinie, folglich auch parallel mit der Mikrometerschraube, zwischen schwalbenschwanzförmigen Leisten durch eine besondere, mit steil ansteigenden Windungen versehenen Schraube verschieben lässt. Ojecttisch und Lichtcondensationsapparat sind getrennt vom Mikroskope an einer Metallstange befestigt, welche mittelst zweier kurzer Arme an der Säule des Stativs, parallel mit deren Achse festgeschraubt ist. Die grobe, durch einen Trieb vermittelte Bewegung ist an dieser Stange, die feine am Objecttische angebracht.

Wie aus dem Gesagten erhellt, ist das Ocular sowohl durch die Mikrometerschraube und den mittelst dieser zu bewegenden wesentlich zum Messapparat gehörenden Schieber, als auch durch einen zweiten Schieber (welchen ich Ocularschieber nennen will, und welcher sich auf dem ersteren hin und herbewegen lässt) in horizontaler Richtung über der Mikroskopröhre und damit über dem durch das Objectiv entworfenen, feststehenden Bilde verschiebbar. Da das Ocular auf diese Weise keine feste Stellung und bestimmte Beziehung zur Mikroskopachse und zu dem in derselben liegenden Mittelpunkte des mikroskopischen Bildes besitzt und da es doch zum Behufe des genauen Sehens und noch mehr zum Behufe einer mittelst des Instrumentes vorzunehmenden Messung nöthig ist, das Ocular rasch und genau in die Mikroskopachse stellen zu können, so war zunächst eine bestimmte Stellung des durch die Mikrometerschraube zu bewegenden, bei den Messungen in Thätigkeit tretenden Schiebers, als des auf diesem beweglichen Ocularschiebers auszumitteln, bei welcher die Achse des Oculars mit der Achse der Mikroskopröhre zusammenfällt. Zu diesem Behufe setzte ich drei Blendungen, welche in ihrem Centrum eine Oeffnung von der Grösse eines Nadelstiches hatten, in das Mikroskop ein, die eine an die Stelle des Objectives, die zweite in die Mitte der Mikroskopröhre, die dritte unmittelbar unter das Ocular. Auf diese Weise konnte nur in der Achse der Mikroskopröhre ein schmaler Lichtstrahl zum Oculare gelangen und es war, um das Ocular genau in die Achse zu stellen, nur nöthig dasselbe so weit zu verschieben, bis sein Fadenkreuz die kleine Lichtscheibe, die durch die Blendungen fiel, in vier gleichgrosse Quadranten theilte. Nun wurde der Stand der Mikrometerschraube abgelesen und quer über den Ocularschieber und eine der Leisten, in denen er sich verschiebt, eine Linie eingeschnitten, welche als Index für die Stellung dieses Schiebers dient. Auf diese Weise kann das Ocular jeder Zeit schnell in die Mikroskopachse dadurch gestellt werden, dass die

Mikrometerschraube und der Ocularschieber in die bezeichnete Lage zurückgeführt werden. Will man einen anderen Theil der Mikrometerschraube zu einer Messung verwenden, so wird das Ocular in die Achse gestellt, ein beliebiges Object so unter das Mikroskop gelegt, dass eine bestimmte Stelle desselben mit dem Spinnenfaden zusammentrifft, nun die Mikrometerschraube gedreht, bis der Theil derselben mit dem man messen will, in Thätigkeit tritt und dann durch den Ocularschieber das Ocular soweit zurückgeführt, bis sein Faden wieder auf der gleichen Stelle des Objectes einsteht. Man könnte auch in die Leiste des Ocularschiebers eine Scale einschneiden, welche der Scale entspricht, welche die Umgänge der Mikrometerschraube anzeigt, und die erstere Scale in umgekehrter Weise numeriren, wobei alsdann wenn beide Scalen auf die gleiche Nummer gestellt würden, das Ocular in die Mikroskopachse zu stehen käme.

Nach diesen Vorbereitungen konnte ich zu den Messungen übergehen. Zuerst war zu bestimmen, welchen Werth ein Schraubenumgang in einem gebräuchlichen Maasse besitzt. In dieser Beziehung ist mein Mikrometer, wie überhaupt jeder Ocularmikrometer im Nachtheile gegen den Fraunhofer'schen, indem man bei dem letzteren nur Einmahl den Werth der Schraubenumgänge zu bestimmen hat, da auf diesen die Vergrösserung des Mikroskops keinen Einfluss ausübt, während bei einem Ocularmikrometer dieser Werth für jedes Objectiv, welches man benützen will, besonders bestimmt werden muss. Um den Werth der Schraubenumgänge zu ermitteln, bediente ich mich der Messung eines in $\frac{1}{100}'''$ getheilten, von Nobert für diesen Zweck besonders verfertigten Mikrometers [1]).

---

1) Ich kann nicht umhin, ein paar Worte über die Nobert'schen Mikrometer beizufügen. Die hinsichtlich ihrer Schönheit und Genauigkeit ans Wunderbare grenzenden Theilungen auf Glas, wie wir sie diesem Künstler verdanken, sind weltbekannt. Desto mehr ist es aber billig dieselben gegen einen Vorwurf zu verwahren, welcher gewiss nicht in Verkennung der Leistungen des Künstlers, sondern in einem Missverständnisse begründet ist. Harting sagt nämlich (Das Mikroskop 881), dass wenn man die Breite der Gruppen von Nobert's Probetafeln an beiden Enden messe, eine kleine Differenz hervortrete, die davon herrühre, dass Nobert seine Theilungen mittelst einer Kreistheilungsmaschine verfertige. Das letztere ist vollkommen richtig, allein Nobert verwendet die Kreistheilungsmaschine nicht, wie Harting anzunehmen scheint, auf die Weise, dass er die zu theilende Platte auf einem Radius des Theilungskreises befestigt, in welchem Falle allerdings die Striche des Mikrometers gegen das Centrum des Kreises convergiren und die Gruppen der Linien am einen Ende schmäler, als am anderen Ende ausfallen

Gleich beim ersten Versuche das Instrument zu benützen machte ich eine Erfahrung, die mich auf das unangenehmste überraschte. Ich hatte bei den starken Dimensionen, welche ich der Säule des Stativs und der horizontalen Platte, an welcher der Mikrometer und die Mikroskopröhre befestigt sind, gegeben hatte, gehofft, dass alle Theile stark genug seien um keine merkliche Biegung unter dem schwachen Drucke zu erleiden, welchen man bei der Drehung der Mikrometerschraube auf dieselbe ausüben kann. Darin sah ich mich jedoch hässlich getäuscht, ungeachtet der Mikrometer eine äusserst sanfte und leichte Bewegung besitzt. Derselbe bildete mit der Mikroskopröhre einen winkelförmig geformten Hebel, welcher mittelst der starken Vergrösserung des Mikroskops die leichten Biegungen, die das Instrument unter dem Drucke der die Schraube drehenden Hand erlitt, als ein äusserst feiner Fühlhebel zu erkennen gab und eine genaue Einstellung unmöglich machte. Ich sah mich dadurch genöthigt, die Mikroskopröhre mit der Säule des Instrumentes noch durch einen aus starken, sich rechtwinklig kreuzenden Messingplatten bestehenden Rahmen zu verbinden. Nun war allerdings die nothwendige Festigkeit und Unbeweglichkeit in vollstem Maasse erreicht.

Nach Beseitigung dieses Hindernisses konnte ich endlich zu Messungen, bei welchen der Glasmikrometer als Object diente, übergehen. Dieselben liessen sich zur Ausmittelung von dreierlei Verhältnissen verwenden.

Erstens ergab sich aus ihnen der Werth in pariser Linien, welchen bei Anwendung verschiedener Objective ein Umlauf der Mikrometerschraube besitzt. Dieses Verhältniss hat nur insoferne ein allgemeines Interesse, als sich ergab, dass sich schon beim Gebrauche ziemlich schwacher Vergrösserungen die Angaben des Instrumentes auf sehr geringe Grössen erstrecken, ungeachtet die Windungen der Schraube ungefähr $\frac{1}{4}$ Linie stark sind. Bei einer 218fachen

würden, sondern er bewegt mittelst des Kreises einen Schieber, auf dem die Platte befestigt ist, und es müssen die Striche der Theilung parallel werden. Die Messung von Harting, nach welcher die erste Gruppe einer solchen Tafel am einen Ende um 0.0003 Millimeter breiter als am andern Ende sein soll, ist sicherlich mit einem Fehler behaftet. — Um aber nicht meinerseits Harting ein Unrecht zu thun, wenn ich ohne die Sache selbst zu prüfen, seine Messung für fehlerhaft erkläre, mass ich an meiner Nobert'schen Platte die Breite der ersten Liniengruppe an ihren beiden Enden, die beiden Messungen stimmten bis auf $\frac{1}{30000}$''' überein, d. h. bis auf eine Grösse, die innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler liegt, während die Differenz nach Harting $\frac{1}{7530}$''' betragen soll.

Vergrösserung entspricht ein Schraubenumgang $\frac{1}{70}'''$, es konnte also die Grösse des Objectes bis auf $\frac{1}{70000}'''$ abgelesen werden; bei einer 487fachen Vergrösserung entspricht der Schraubenumgang $\frac{1}{132}'''$, bei einer 1100fachen $\frac{1}{342}'''$. Auf diese Weise gehen bei jeder Vergrösserung die Angaben des Messapparates weit über die optischen Leistungen des Mikroskops hinaus.

Eine zweite, für den sicheren Gebrauch des Mikrometers höchst wichtige Frage betraf den Umstand, ob nicht in dem durch das Objectiv entworfenen Bilde eine Verzerrung stattfinde, welche die Messung desselben auf ähnliche, wenn auch geringere Weise fehlerhaft mache, wie dieses beim Ramsden'schen Ocularschraubenmikrometer stattfindet. Dass ein solcher Fehler stattfinden würde, wenn ein grosser Theil dieses Bildes zur Messung verwendet würde, ist unzweifelhaft, theils weil die verschiedenen Theile des Bildes in verschiedenem Grade vergrössert sein können, theils weil das Bild in einer gekrümmten Fläche liegt, während das Ocular in der Richtung der Tangente über dasselbe hinweg geführt wird. Wenn man von der Vorstellung ausginge, dass das Bild die gleiche Krümmung hätte, wie eine Kugel deren Radius dem Abstande des Objectives vom Focus des Oculars gleich käme, so könnte man versucht sein zu berechnen, wie weit man sich bei der Messung vom Centrum des Bildes entfernen dürfe, und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass es ohne jede Gefahr einen irgend in Betracht kommenden Fehler zu begehen, erlaubt wäre, diese Entfernung auf einen halben Grad auszudehnen. Bei meinem Instrumente beträgt jener Abstand 6 Zoll; bei einer Kugel von 6 Zoll Halbmesser ist ein Grad nahezu 1''',25 breit, man könnte also annehmen, dass ein Object dessen vom Objectiv entworfenes Bild nicht über 1''',25 breit sei, mit voller Sicherheit gemessen werden könne. Nach dieser Annahme könnte man bei meinem Instrumente bei einer Vergrösserung von 285 die Messung auf Objecte von $\frac{5}{100}'''$ Breite ausdehnen, indem das vergrösserte Bild derselben noch innerhalb jener Grenze liegen würde. Eine solche Berechnung würde aber desshalb keine sicheren Anhaltungspunkte gewähren, weil Objective von gleicher Brennweite nicht unbedeutend darin von einander abweichen können, dass das eine ein sehr flaches, im ganzen Gesichtsfeldes des Oculars vollkommen deutliches Bild entwirft, während es andere unglücklich construirte Objective giebt, welche ein in hohem Grade gekrümmtes, nur in der Mitte des Gesichtsfeldes klares Bild liefern. Unter diesen Umständen ist es das

sicherste durch Messung kleinerer und grösserer Abtheilungen eines guten Glasmikrometers zu ermitteln, ob in den verschiedenen Abtheilungen des Bildes eine Abweichung der Vergrösserung vorhanden ist. Es zeigte sich, dass ich bei einer etwas über 100fachen Vergrösserung die Messung mit voller Sicherheit auf $\frac{1}{5}'''$, bei einer 500fachen Vergrösserung auf ein $\frac{1}{100}'''$ im Durchmesser haltendes Object ausdehnen kann; ob auch noch weiter, habe ich nicht untersucht, indem dieser Mikrometer überhaupt nur für Messung kleinerer Objecte berechnet ist. Will man grössere Objecte mittelst desselben messen, so lässt er sich augenblicklich in einen Fraunhofer'schen verwandeln, indem man ihn von seinem Stative abschraubt und auf dem Objecttische eines gewöhnlichen Mikroskops befestigt.

Drittens lässt sich aus der mehr oder minder grossen Uebereinstimmung wiederholter Messungen des gleichen Objectes die bei denselben erlangte Genauigkeit ermitteln. Dieselbe nimmt aus nahe liegenden Gründen mit der Stärke der Vergrösserung zu, erreicht aber schon bei schwachen Vergrösserungen einen weit höheren Grad, als man beim Gebrauche des Fraunhofer'schen Mikrometers erlangt.

Da es zu weitläufig wäre, die Messungen in allem Detail mitzutheilen, so begnüge ich mich, die Resultate in einer kurzen tabellarischen Uebersicht aufzuführen und erlaube mir, über die Berechnung derselben einige Bemerkungen vorauszuschicken.

Das richtigste Verfahren um den Grad der bei diesen Messungen erreichten Genauigkeit zu bezeichnen, wäre unstreitig gewesen den wahrscheinlichen Fehler der einzelnen Messungen und des aus jeder Reihe von Messungen gezogenen Mittels zu berechnen. Ich glaubte aber eine anschaulichere Vorstellung von der Zuverlässigkeit, welche das Instrument in Anspruch nehmen kann, und von der Grösse der Fehler, die man beim Messen begeht, dadurch zu geben, dass ich nicht ein aus den letzteren abgeleitetes theoretisches Resultat, sondern die begangenen Fehler in aller ihrer Schroffheit aufführte, indem ich die grössten Abweichungen zusammenstellte, welche in einer Reihe von Messungen des gleichen Objectes sowohl zwischen den einzelnen Messungen, als auch zwischen den aus je 5 und aus je 10 Messungen gezogenen Mitteln vorkamen. Diese Abweichungen zeigen das Maximum der Fehler an, welche man bei sorgsamer Benützung des Instrumentes begeht. Natürlicherweise stimmen diese Maxima unter einander nicht genau überein, indem ihre Grösse von vielen

zufälligen Umständen abhängt, allein auch sie müssen einer gewissen Regel unterliegen, die sich mehr oder weniger sicher in der aus ihnen gezogenen Mittelzahl ausspricht. Für die praktische Benützung des Instrumentes scheint es mir wichtiger zu sein, die Grösse der extremsten Fehler, die man bei seiner Benützung begeht, als die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers des Gesammtresultates der Messungen zu kennen. Wenn es mir z. B. darum zu thun ist, die Grösse eines Objectes auf $\frac{1}{20000}'''$ genau zu messen und ich sehe in dieser Uebersicht, dass bei einer 400—500fachen Vergrösserung die ausserste Abweichung zweier Mittel von 10 Messungen von einander $\frac{1}{45000}'''$ beträgt, dass also jedes dieser Mittel vom Gesammtresultate um etwa $\frac{1}{80000}'''$ abweicht, und dass die mittelst dieser Vergrösserungen angestellten Messungen im Mittel nur halb so grosse Abweichungen zeigen, so werde ich mich darüber vollkommen beruhigen können, dass ich bei einer neuen Messung unter allen Umständen innerhalb der im vorliegenden Falle als zulässig angenommenen Fehlergrenze von $\frac{1}{20000}'''$ bleiben werde, wenn ich das Object mit jener Vergrösserung 10mal messe und das Mittel ziehe. Wir gehen, wenn wir uns an diese äussersten Fehler halten, welche man beim Gebrauche des Instrumentes erfahrungsmässig zu begehen Gefahr läuft, weit sicherer, als wenn wir uns auf den aus einzelnen Reihen von Probenmessungen abgeleiteten wahrscheinlichen Fehler verlassen, welcher in der Regel eine äusserst geringe Grösse besitzt und uns verleiten kann, den mikrometrischen Messungen eine weit grössere Genauigkeit zuzutrauen, als sich bei wiederholten Messungen des gleichen Objectes zu erkennen giebt. Ich habe das oft genug erfahren und es liegt ohne Zweifel dieser Umstand den oben angeführten abweichenden Resultaten der von Harting an beiden Enden der 1ten Gruppe einer Nobert'schen Probeplatte angestellten Messungen zu Grunde. Harting ist in seinen Arbeiten viel zu sorgfältig, als dass er Vertrauen in das Resultat seiner Messungen gesetzt hätte, wenn nicht die einzelnen Messungen eines jeden von den beiden Enden der Liniengruppe unter einander gut übereingestimmt und einen weit geringeren wahrscheinlichen Fehler angezeigt hätten, als $\frac{1}{7530}'''$, um welche die beiden Messungen von einander abweichen und um welche Grösse die beiden Enden der Liniengruppe in Wirklichkeit gar nicht abweichen können.

Es mag einem, der nicht viele Erfahrungen in mikroskopischen Messungen besitzt, auffallen, wenn ich behaupte, dass bei wiederholten Messungen der gleichen Objecte der wahrscheinliche Fehler

der einzelnen Reihen von Messungen sehr klein sein könne, und dass dennoch die Mittel dieser verschiedenen Messungsreihen weit grössere Abweichungen, als jene wahrscheinlichen Fehler betragen, von einander zeigen können. Es erklärt sich dieses aber einfach aus dem Umstande, dass zu verschiedenen Zeiten vorgenommene mikroskopische Messungen des gleichen Objectes nicht an vollkommen identischen mikroskopischen Bildern vorgenommen werden. Das mikroskopische Bild ist, namentlich bei starken Vergrösserungen, ein ziemlich unvollkommenes, sein Umriss ist niemals ganz scharf gezogen, sondern stellt eine Linie dar, welche eine gewisse Breite und verwaschene Ränder besitzt, und überdiess findet sich noch ausserdem häufig ein heller Lichtsaum neben dem Bilde, welcher seine Begrenzung noch unsicherer erscheinen lässt. Diese Verhältnisse erleiden wieder je nach der Beleuchtung und der mehr oder weniger scharfen Einstellung kleine Aenderungen. Macht man nun eine Reihe von Messungen, während deren man das Object nicht mehr berührt und die Beleuchtung und Einstellung nicht ändert, so bleibt der Zustand des Bildes unverändert und seine Messungen stimmen unter einander gut überein; wenn man aber dasselbe Object ein anderesmal misst, das Mikroskop hiebei etwas höher oder niederer einstellt, vielleicht auch die Beleuchtung anders regulirt, so erhält man ein etwas verschiedenes Bild, dessen Messungen wieder gut übereinstimmen, aber von den früheren verschieden sind. Wenn man ins Auge fasst, dass es sich hier um Grössen handelt, welche an und für sich unbedeutend sind, z. B. $\frac{1}{50000}'''$ und weniger betragen, so wird man wohl begreifen, dass die angeführten Umstände eine dieser Grösse entsprechende Umänderung des Bildes hervorrufen können, und dass man bei wiederholten und mit gleicher Sorgfalt angestellten Messungen im Gesammtresultate derselben Abweichungen erhalten kann, die zwar an und für sich immerhin klein sind, allein doch mit dem wahrscheinlichen Fehler der einzelnen Messungsreihe, welcher auf weit weniger als $\frac{1}{100000}'''$ herabsinken kann, auf den ersten Anblik nicht verträglich erscheinen. Damit verliert aber der wahrscheinliche Fehler der einzelen Reihe von Messungen seine praktische Bedeutung grossentheils.

Hiemit will ich mich natürlicherweise nicht dahin aussprechen, dass es überflüssig oder unzweckmässig sei, in speciellen Fällen, in welchen es von besonderer Wichtigkeit ist, die Genauigkeit einer Reihe von Messungen genau zu kennen, ihren wahrscheinlichen Fehler zu berechnen, aber ebenso überzeugt bin ich auch, dass die Mehrzahl von

Naturforschern, welche das Mikroskop gebrauchen, sich diesen immerhin zeitraubenden Rechnungen nicht unterziehen wird.

Vergrösserung.	Grösse des Objectes.	Stärkste Abweichung von zwei einzelnen Messungen.	Stärkste Abweichung der Mittel von 5 Messungen.	Abweichung der Mittel von 10 Messungen.	Mittlere Abweichung der einzelnen Messungen vom Gesammtmittel.
104 bis 149	1/100''' — 3/100''' (Glasmikrometer)	1/6800''' 1/3500 1/3000	1/13000''' 1/14000 1/8000	1/50000''' 1/33000 1/12000	 1/14000''' 1/14300
	Im Mittel	1/4100	1/11533	1/28500	1/14150
218 bis 285	1/100''' — 2/100'''	1/6200 1/5000 1/8900 1/14000	1/31000 1/17000 1/34400 1/21000	1/77000 1/43400 1/45450 1/30000	1/32000
	Im Mittel	1/8750	1/25000	1/49000	1/32000
430 bis 487	1/100''' 1/384''' 3)	1/7200 1/11185 1/7100 1/17300 1/8470	1/36000 1/400000 1) 1/24000 1/100000 1/25000	1/100000 1/1527400 2) 1/42000 1/90900	 1/50000
	Im Mittel	1/10310	1/49750	1/77900	1/50000
800 1100	1/100''' 1/2700''' 4) 5/2700''' 5) 1/4040''' 6)	1/12000 1/16600 1/16600 1/15600	1/50000 1/55000 1/68000 1/40000	1/100000 1/111110 1/75000 1/71400	1/68000 1/100000 1/66000 1/77000
	Im Mittel	1/15200	1/53300	1/98400	1/77750

Zur Vergleichung mit diesen Messungen füge ich eine kleine Tabelle bei, in welcher ich einige von Harting (Recherches micrométriques. pag. 7. 18. 19.) mit Hülfe eines Ramsden'schen Ocularmikrometers gemachte Messungen zusammenstellte, welche ich auf gleiche Weise, wie die oben mitgetheilten berechnete.

1) und 2) Bei der Berechnung des Mittels nicht in Betracht gezogen.

3) Spiralfaser von Musa.

4) Zwischenraum zwischen zwei Querstreifen von Pleurosigma Hippocampus.

5) Fünf Querstreifen von Pleurosigma Hippocampus.

6) Zwischenraum zwischen zwei schiefen Streifen von Pleurosigma angulatum.

Vergrösserung.	Object.	Stärkste Abweichung von zwei einzelnen Messungen.	Abweichung der Mittel von 5 Messungen.	Abweichung der Mittel von 10 Messungen.
435	0''',0222 (Glasmikrometer)	$\frac{1}{748}'''$	$\frac{1}{952}'''$	$\frac{1}{5400}'''$
820	0''',0133 (Glasmikrometer)	$\frac{1}{3700}$	$\frac{1}{14000}$	
	—	$\frac{1}{2344}$	$\frac{1}{21000}$	
	$\frac{1}{262}'''$ (Blutkörnchen)	$\frac{1}{4130}$	$\frac{1}{21000}$	$\frac{1}{50000}$

Der Unterschied im Resultate ist ein auffallender. Indessen ist derselbe wohl nicht allein in den von uns beiden angewendeten mikrometrischen Apparaten begründet, sondern wohl auch in der Beschaffenheit der mikroskopischen Bilder. Harting wendete grossentheils stärkere Vergrösserungen an, allein der dadurch erreichte Vortheil wurde vielleicht dadurch mehr als aufgewogen, dass er gegen mich in Beziehung auf die Schärfe der von seinem Mikroskope entworfenen Bilder im Nachtheil war, indem er im Jahre 1845, in welchem seine Schrift erschien, schwerlich über gleich gute Objective zu verfügen hatte, wie ich im Jahre 1864. Bemerken muss ich übrigens, dass ich keine Objective anwendete, welche nicht Jedem zugänglich sind, indem ich mit Ausnahme eines Kellner'schen Objectives No. 2 lauter Hartnack'sche verwendete.

Ueberblickt man die Resultate meiner Probemessungen, so erhellt auf den ersten Blick, dass die mittelst des mikroskopischen Sehens bei Messungen erreichbare Genauigkeit hinter der durch mechanische Mittel zu erlangenden zurückbleibt, aber eben so wenig wird es einem Zweifel unterliegen, dass die von mir angewendete Messungsmethode für die Zwecke des mit der Untersuchung organischer Körper sich beschäftigenden Mikroskopikers vollkommen ausreichend ist und auch bei weiterer Verbesserung des Mikroskopes anwendbar bleiben wird, da mit erhöhter Leistung der Mikroskopobjective auch die Leistung des beschriebenen Mikrometers steigen wird. Ohne allen Zweifel ist beides bereits eingetreten, allein ich bin nicht im Stande im gegenwärtigen Augenblicke hierüber etwas zu sagen, da ich die von Powell und Lealand in der neuesten Zeit verfertigten Objective von $\frac{1}{25}$ und $\frac{1}{50}''$ Brennweite nicht besitze.

Tübingen, Januar 1865.

Ueber das Nervensystem der Bärthierchen,

Arctiscoida *C. A. S. Schultze*[1]) (Tardigraden *Doyère*) mit besonderer Berücksichtigung der Muskelnerven und deren Endigungen.

Von

Dr. Richard Greeff,

Privatdocenten in Bonn.

Hierzu Taf. IV.

Bei dem hohen Interesse, das in den letzten Jahren die Frage nach der Endigung der motorischen Nerven erweckt hat, und bei der lebhaften Bemühung für diese Frage eine befriedigende Lösung herbeizuführen, ist es in der That auffallend, dass man bei dieser Gelegenheit nicht auf eine der frühesten und schönsten Beobachtungen auf diesem Felde zurückgegangen ist, nämlich auf die Beobachtung Doyère's über die direkte und höchst merkwürdige Ver-

1) Der von Spallanzani zuerst gebrauchte, von Doyère für die in Rede stehenden Thierchen eingeführte Name Tardigraden ist schon seit lange einer Familie der Edentaten, den Faulthieren (Bradypoden) zuertheilt worden und ohne Zweifel mit mehr Recht wie den Bärthierchen, da sich sehr viele der letzteren durch äusserst lebhafte Bewegungen auszeichnen. Jedenfalls aber ist es unstatthaft, jenen zwei verschiedenen Thiergruppen ein und denselben Namen beizulegen und möchte desshalb der von C. A. S. Schultze für die Bärthierchen vorgeschlagene Name »Arctiscoida« durchaus passend erscheinen, besonders da derselbe zugleich den Intensionen der ersten Beobachter (Eichhorn, Goeze, Schrank), die dafür den treffenden Namen Wasserbär oder Bärthierchen (Arctiscon) gewählt hatten, entspricht (vergl. besonders C. A. S. Schultze Echinicus Creplini, Gryphiae 1861).

bindungsweise zwischen Nerven und Muskeln bei den Bärthierchen in seiner nunmehr vor fünfundzwanzig Jahren veröffentlichten classischen Monographie über jene Thiere [1]). Man hat bisher bei den den Muskelnerven gewidmeten Untersuchungen die Arbeit Doyère's citirt, man hat sogar der von ihm entdeckten eigenthümlichen Endigungsweise der Nerven an den Muskeln den Namen des Doyère'schen Nervenhügels beigelegt, eine thatsächliche Prüfung dieser Beobachtungen scheint indessen bis jetzt nicht Statt gefunden zu haben [2]). Es möchte desshalb bei den noch immer schwankenden Meinungen über die Endigungsweise der Muskelnerven der Versuch einer Verwerthung auch jener interessanten Angaben wohl an der Zeit sein, und indem ich einen solchen Versuch auf Grund einer schon im verflossenen Sommer auf Anregung von Herrn Professor M. Schultze vorgenommenen, möglichst genauen Untersuchung des Nervensystems der Arctiscoiden in Rücksicht auf den heutigen histologischen Standpunkt jener Frage in Folgendem mittheile, glaube ich die Ueberzeugung aussprechen zu dürfen, dass sich wohl in der ganzen Thierreihe kein übersichtlicheres und schöneres Bild vom Zusammenhang zwischen Nerven- und Muskelsystem findet wie bei den Arctiscoiden, besonders da man hier nicht auf ein einzelnes Präparat von einer mit einem Muskelprimitivbündel sich verbindenden Nervenfaser beschränkt bleibt, sondern einen vollkommnen Ueberblick über beide mit einander in die innigste Verbindung tretende Systeme in toto gewinnt; man hat nämlich die Centraltheile des Nervensystems, die davon ausstrahlenden Nerven und die mit diesen letzteren und deren Theilungen in direkter und innigster Verbindung stehenden Muskeln zu gleicher Zeit vor Augen.

Um zuerst einige Bemerkungen über das im Allgemeinen nicht geläufige Untersuchungsmaterial und die Methode voraus zu schicken, so sind die Arctiscoiden bekanntlich mikroskopische Thierchen, die gewöhnlich ½ Mm. in der Länge nicht übersteigen. Zu der Gruppe der Gliederthiere gehörig haben sie innerhalb derselben

1) M. Doyère: Memoire sur les Tardigrades, Annales des sc. natur. 1840. Tome XIV 2. Serie.

2) Quatrefages (Annales d. sc. nat. 1843. Tome XIX 2. Serie) ist meines Wissens der einzige, der gelegentlich der Mittheilung einer ähnlichen Nervenendigung bei Eolidina paradoxum berichtet, dass er die Beobachtung Doyère's habe bestätigen können.

seit ihrer Entdeckung eine sehr unsichere Stellung eingenommen. In der neuesten Zeit sind sie zu den Milben gerechnet worden. Mehrere charakteristische Merkmale trennen sie indessen, wie besonders von C. A. S. Schultze hervorgehoben worden[1]), bestimmt von den Milben. Es findet sich bei ihnen keine Scheidung in Kopf. Brust und Hinterleib; bei den Milben, bei denen allerdings auch meistens eine Verschmelzung dieser drei Körperabschnitte vorhanden ist, wird die Scheidung der Brust von Kopf und Hinterleib aber immer dadurch bestimmt, dass die Beine, wie überhaupt bei allen Arachniden stets am Bruststücke eingelenkt sind. Bei den Arctiscoiden hingegen befindet sich das 4te Fusspaar ganz terminal am hintern Leibesende. Ferner sind die Beine bloss einfache Fussstummel ohne jegliche Gliederung (was sie zu gleicher Zeit streng genommen auch von den Arthropoden im Allgemeinen trennen würde, denen sie aber vorläufig ihres ganzen übrigen Habitus wegen untergeordnet bleiben müssen). Alle Milben haben aber deutlich gegliederte Füsse, selbst die Haarsackmilbe, die man als Ausnahme hiervon angeführt hat (Kauffmann in Zeitschr. f. w. Zool. 1851), besitzt deutlich dreigliedrige Beine. Ein weiterer Unterschied wird durch die Beschaffenheit des Centralnervensystems der Arctiscoiden bedingt, denen ein eigentliches Gehirn vollständig fehlt (siehe unten S. 110). Ausserdem sind die Arctiscoiden Zwitter, während die Milben sämmtlich getrennten Geschlechts sind u. a. m. Es ist indessen hier nicht der Ort diese Verhältnisse genauer zu erörtern, und hoffe ich, da ich mit weiteren Untersuchungen über diese interessanten Thierchen beschäftigt bin, bei einer andern Gelegenheit hierauf zurückkommen zu können. Kurz sei nur noch erwähnt, dass man mit demselben Rechte, wie man z. B. die Rotatorien als eigne Klasse zusammengefasst hat, dieses auch für die Bärthierchen beanspruchen könnte. Die von Dujardin u. A. versuchte Vereinigung der Rotatorien und Bärthierchen unter der neuen Classe der Systoliden ist bekanntlich schon längst als unstatthaft aufgegeben worden.

Der Lieblingsaufenthalt der Bärthierchen sind die Hausdächer, besonders die Dächermoose und der zwischen und auf den Dachziegeln und in den Dachrinnen sich ansammelnde Sand und Humus. Zuweilen findet man sie indessen auch, besonders die Makrobioten, im Moose auf Steinen, altem Gemäuer etc. Einige wenige Makrobioten leben auch

1) Echiniscus Creplini, Gryphiae 1861, pag. 8 ff.

im Wasser. Die Thiere, die sich zur Untersuchung für die vorliegende Frage allein eignen, sind die der Gattung Milnesium. *Doy.* [1]) (Arctiscon. *Schrank*) und Macrobiotus *C. A. S. Schultze* [2]) zugehörigen Arten. Die Repräsentanten der dritten bisher aufgestellten Gattung Echiniscus *Schultze* [3]) (Emydium *Doy.*) sind wegen ihres

1) Ich habe mich vorläufig nicht überzeugen können, dass das Arctiscon tardigradum *Schrank* mit Milnesium tardigr. *Doyère* identisch ist, in welchem letztern Falle jedenfalls dem Namen Arctiscon tardigradum der Vorzug der Priorität gebührte. Schrank beschreibt seinen Arctiscon mit zweiklauigen Füssen, während Milnesium (siehe die beifolg. Taf. Fig. 1) vier Klauen an jedem Fusse hat, nämlich zwei einfache lange terminale und zwei mehr zurückstehende kürzere 3theilige Krallen. Da nun aber Schrank bei seinem Arctiscon sogar die den Bewegungen der Krallen vorstehenden Muskeln beschreibt, die nur durch sorgfältige Beobachtungen und meist erst unter dem Einfluss der Erstarrung hervortreten, so wäre es in hohem Grade auffallend, wenn demselben die zwei kürzern Krallen vollständig entgangen wären, selbst wenn man mit C. A. S. Schultze annehmen wollte, dass er das Thier bloss in der ihm zugewandten Rückenlage beobachtet habe. Ein weiterer wenn auch untergeordneter Zweifel über die Identität der beiden genannten Arten scheint mir durch die bei Miln. tard. vorhandenen eigenthümlichen sehr kurzen konischen Fortsätze bedingt zu sein, die erst bei stärkerer Vergrösserung sichtbar sind und die Schrank als kurze Fühlhörner bei seinem Arctiscon beschreibt, woraus man also wohl auf ihre grössere Länge bei letzterem schliessen möchte, da Schrank nur mit sehr geringer Vergrösserung gearbeitet hat, wie ich mich aus den Abbildungen seiner andern Werke überzeugt habe. Endlich liegt noch ein wie mir scheint nicht zu übersehender Unterschied in der Lebensweise der beiden Thiere. Arctiscon tardigr. kommt bloss im stehenden Wasser (daher der Name »Wasserbär«) vor, während Miln. tard. allein die Hausdächermoose und — Sand bewohnt und somit zeitweise der grössten Eintrocknung ausgesetzt ist. Ich habe mich zu wiederholten Malen davon überzeugt, dass Milnes. tard. nicht im Stande ist längere Zeit im Wasser zu leben; selbst wenn man ihnen ihre sonstigen Lebensbedingungen Moos, Sand etc. beigibt, sterben sie regelmässig nach einigen Tagen im Wasser ab, während ich sie im Moose und Humus, die bloss zeitweise wenig angefeuchtet wurden, Wochen, selbst Monate lang lebend erhalten habe. Nichts destoweniger scheint es mir geboten die beiden Arten Milnes. tard. und Arctisc. tard. unter eine Gattung, die durch die beiden Fortsätze am Kopfe ausgezeichnet ist, zu vereinigen und ist es hierbei nicht fraglich, dass dem Namen Arctiscon als Gattungsnamen unbedingt wegen seiner Priorität und weil er schon so lange sich in die Naturgeschichte der Bärthierchen eingebürgert hat, das Vorrecht eingeräumt werden muss. Es erscheint desshalb der Vorschlag von C. A. S. Schultze, statt Milnes tard. in Zukunft Arctiscon Milnei zu setzen, durchaus gerechtfertigt.

2) C. A. S. Schultze: Makrobiotus Hufelandii. Berl. 1834.

3) Der Name Echiniscus verdient unter allen Umständen den Vorzug

festen wenig durchsichtigen Hautpanzers und wegen der im Innern des Körpers angehäuften braunen und rothen Pigmente nicht hierzu verwendbar.

Wenn man die Arctiscoiden in ihren gewöhnlichen Lebensbedingungen untersucht, so möchte es selbst dem geschicktesten Beobachter nicht gelingen etwas Erhebliches vom Nerven- und Muskelsysteme zu finden. Die Menge der durch die Körperhöhle frei auf und ab rollenden grossen, eigenthümlichen, granulirten Blutkörperchen macht es bei dem lebenden und sich noch bewegenden Thiere unmöglich eine nur wenige Augenblicke ungestörte Beobachtung der innern Organisation zu gewinnen; aber selbst wenn man durch allmähligen vorsichtigen Druck vermittelst eines Deckgläschens die Bewegungen des Thierchens beschränkt und weiterhin sogar das störende Rollen der Blutkörperchen dadurch vollständig hemmt, so ist, obgleich durch diese Compression die Durchsichtigkeit im Allgemeinen bedeutend gefördert wird, für die Untersuchung der Nerven und Muskeln nichts gewonnen. Sie bleiben der Beobachtung vollkommen verschlossen. Ebenso wenig richtet man mit der Anwendung der verschiedensten zu diesem Zwecke empfohlenen Reagentien und sonstigen Präparationsmethoden aus. Ich habe auf diese Punkte manche Mühe gerichtet, aber mich schliesslich von der vollkommenen Gültigkeit der Angaben Doyère's, der alle diese Versuche für erfolglos erklärt, überzeugt. Es ist desshalb ein besonders dankenswerthes Verdienst dieses hervorragenden Forschers eine sichere, allerdings höchst eigenthümliche Methode gefunden zu haben, wodurch das ganze Nerven- und Muskelsystem in vorher nicht geahnter Klarheit und Uebersichtlichkeit zur Anschauung gebracht werden kann, nämlich dadurch, dass man diese Thiere in einen Zustand vollkommner Erstarrung überführt. Man sammelt zu diesem Zwecke ca. 20 Exemplare, was unter Umständen allerdings Mühe genug kostet [1]),

---

vor Emydium schon aus dem einfachen Grunde, weil ihm das Recht der Priorität zur Seite steht. Der Echiniscus Bellermanni ist, nachdem schon im Jahre 1837 in Prag in der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte eine Mittheilung mit Abbildungen darüber gemacht worden war, im August 1840 von C. A. S. Schultze veröffentlicht worden (Echinisc. Bellermanni. Berlin 1840), während die Monographie von Doyère erst im Monat September 1840 der Pariser Akademie vorgelegt und am Ende des Jahres veröffentlicht worden ist.

1) Doyère sagt in Bezug hierauf: L'expérience doit être faite sur un grand nombre; car il s'en faut de beaucoup qu'elle réussisse également sur

und bringt dieselben in ein Gläschen (kleines Reagenzgläschen) mit Wasser, dem man vorher durch mehrmaliges Aufkochen die atmosphärische Luft entzogen hat. Um die Luft nun fernerhin abzuschliessen, giesst man einige Tropfen Oel auf das Wasser, so dass die Oberfläche desselben ganz damit bedeckt ist. Nach 24 bis 2mal 24 Stunden ist nun auf diese Weise eine vollkommene Erstarrung der Thiere eingetreten, sie haben sich gestreckt, sind durchaus bewegungslos und auch die früher durch das beständige Umherrollen in der Körperhöhle für die Beobachtung störenden grossen Lymphkugeln haben sich zum Theil in den Ausbuchtungen des Körpers und an den Extremitäten in Haufen zusammengeballt oder liegen sonst vereinzelt regungslos im Körper zerstreut. Das ganze Thier hat ausserdem an Durchsichtigkeit und Klarheit gewonnen, die Pigmente, die früher in dem unter der äussern Cuticula liegenden ziemlich dicken Corium eingestreut waren, sind verschwunden oder haben sich zu einzelnen kleinen Plaques zusammengezogen, ebenso tritt die innere Organisation jetzt scharf und deutlich hervor und mit ihr ein, wie schon oben bemerkt, früher der Beobachtung durchaus unzugänglicher complizirter Muskel- und Nervenapparat. Es ist schwierig, einen bestimmten Zeitpunkt des Eintritts der Erstarrung und wann die Thiere sich in diesem Zustande am besten zur Untersuchung eignen, anzugeben. Die letztere muss möglichst häufig wiederholt werden, um durch eine Ansicht die andere zu einem Gesammtbild zu ergänzen. Im Allgemeinen sind die kleinern Arten und die jüngern Exemplare der grössern Species (die sich wegen ihrer grösseren Durchsichtigkeit besonders empfehlen) meist nach 24 Stunden Aufenthalts im luftleeren Wasser vollkommen erstarrt, die grössern Thiere oft noch nicht nach 2 Tagen. Lässt man die Erstarrung über ein gewisses Zeitmaass hinaus andauern, so sterben die Thiere ab (nach meiner Erfahrung durchschnittlich bei kleinern Individuen nach dem 3ten und bei grössern nach dem 4ten Tage). Nach der Erstarrungsdauer richtet sich auch der Zeitpunkt der Wiederbelebung; je länger erstere dauert desto später tritt letztere ein. Meistentheils erwachen die Thiere wieder während

tous. A. peine en obtient on un ou deux sur une vingtaine qui soient dans toutes les conditions favorables à l'observation même dans les cas où le succes est le plus complet. Or, ce n'est pas jamais un travail facile et de courte durée, que de se procurer vingt Tardigrades. Il m'a quelquefois fallu deux jours tout entiers.

der Beobachtung, was immer durch eine plötzliche ruckweise Bewegung einzelner Blutkörperchen eingeleitet wird. Von diesem Momente ab legt sich allmählig ein Schleier über das vorher so schön hervorgetretene Nerven- und Muskelsystem, die einzelnen Gewebstheile verschwinden und machen einem durchaus homogenen Anblick Platz und nach kurzer Zeit, indem zugleich die Bewegungserscheinungen im Innern, besonders die Circulation der grossen Blutkugeln sich steigern etc., ist vom Nervensystem nichts mehr zu sehen, während die Muskeln meistentheils noch länger als helle den Körper durchkreuzende Bänder sichtbar bleiben.

Das durch das obige Verfahren zur Anschauung gebrachte Nervensystem besteht in seinen Centraltheilen aus 4 an der Bauchseite des Thieres von vorn nach hinten sich hinziehenden und den 4 Fusspaaren resp. den dadurch angedeuteten Körpersegmenten entsprechenden verhältnissmässig grossen Ganglien (siehe Taf. IV, Fig. 1. g). Die Ganglien sind unter sich je zwei und zwei durch zwei starke Längscommissuren (o) verbunden, welche letztere wiederum an irgend einer nicht constanten Stelle ihres Verlaufes von einem Ganglion zum andern durch eine Quercommissur (p) mit einander anastomosiren. Sämmtliche Commissuren lassen unter günstigen Umständen und bei starker Vergrösserung zuweilen eine Zusammensetzung aus feinen Längsfasern erkennen. Man kann sie bloss bis zu ihrer Verbindungsstelle mit den Ganglien, aber mit Sicherheit nicht in die letzteren hinein weiter verfolgen. Die Ganglien selbst bestehen aus mehr oder minder dichten Haufen äusserst zartwandiger Zellen mit grossem scharf contourirtem glänzendem Kern und Kernkörper. Zwischen die Zellen sind gröbere und feinere Körnchen und Kügelchen (Fetttröpfchen) in wechselnder Menge eingestreut. Es gehört mit zu den schwierigern Beobachtungen die Ganglienzellen zu sehen, man muss eine ganze Reihe von Thieren in den verschiedensten Graden der Erstarrung untersuchen, ehe man sich unzweifelhaft von deren Anwesenheit überzeugt. Im Allgemeinen treten sie um so deutlicher hervor je länger die Asphyxie angedauert hat, oft auch erst, wenn während der letzteren kurz vor der Beobachtung der Tod eingetreten ist. Es ist mir anfangs zweifelhaft gewesen, ob die Ganglien eine Umhüllung besitzen oder nicht, bei recht klaren Objekten und starker Vergrösserung glaube ich aber eine solche erkannt zu haben; man sieht alsdann einen feinen hellen Saum bei verschiedenen Einstellungen des Tubus an den Rändern aufleuchten. Dieser

helle Saum setzt sich auch auf die Commissuren, aber nicht auf die feinern seitlich ausstrahlenden Nerven fort. Ob diese Ganglienhülle als eine bindegewebige Membran (Neurilemm) aufzufassen sei, muss ich unentschieden lassen, möchte es aber bezweifeln, da ich niemals Kerne darin finden konnte, und sie desshalb lieber als eine vom Ganglion selbst ausgeschiedene und von ihm nicht wesentlich differente Cuticula ansehen. Doyère erwähnt, dass er im Centrum eines jeden Ganglions einen Fleck (»une tache«) bemerkt habe, den er für eine centrale Depression hält. Trotzdem ich häufig darauf Bedacht genommen, habe ich diese Depression weder im Centrum noch sonst wo wahrgenommen, bin aber dabei wohl auf den Gedanken gekommen, dass vielleicht eine in der Mitte liegende grössere Ganglienzelle dieses Bild hervorgebracht habe. Leydig [1]) vermuthet, Doyère habe den Raum zwischen den beiden Commissuren, die sich in das Ganglion fortsetzen sollen, als jene centrale Depression angesehen. Die Commissuren lassen sich indessen, wie schon oben bemerkt, nicht in die Ganglien hinein verfolgen.

Von dem ersten Ganglion treten zuerst nach vorne zwei starke Nerven aus (Fig. 1. a), die in Bezug auf die Stellen des Austrittes, ihre Dicke etc. den nach hinten ziehenden Längscommissuren entsprechen; sie laufen divergirend in gerader Richtung zu den beiderseits am Kopfe liegenden äussern Fortsätzen (Palpen *Doy.*) (Fig. 1. a), unter welchen sie in Form einer mehr oder minder becherförmigen Anschwellung endigen der Art, dass die konischen Fortsätze oder Zapfen sich gewissermassen mit ihrer Basis in die becherförmigen Ganglien hineinsenken resp. von diesen umfasst werden. Diese äussern Fortsätze kommen indessen bloss der Gattung Arctiscon (Milnesium) zu, den Makrobioten fehlen sie vollständig; nichts destoweniger sieht man bei den letztern das erste Nervenpaar in gleicher Weise wie bei Arctiscon zum Kopfe laufen und dort mit einer Anschwellung unter der Haut endigen. Welche Funktion nun diesen Organen zugetheilt ist, ob sie als Palpen (Doyère) und somit als Tastorgane anzusehen sind oder möglicherweise Geruchsorgane sind, vermag ich nicht zu entscheiden. v. la Valette [2]) hat zuerst in der Form nach ähnlichen Fortsätzen, die er an den Antennen von Gammarus puteanus und G. pulex entdeckte, Riechorgane vermuthet. Ausserdem sind

1) Vom Bau des thier. Körpers S. 257

2) De Gammaro puteano. Diss inaug. Berl. 1857.

derartige Gebilde von Leydig[1]) in grosser Verbreitung bei vielen Crustaceen und Insekten beobachtet und auch von ihm neuerdings als Geruchsorgane gedeutet worden. Endlich hat, unabhängig von den genannten Forschern, Fritz Müller[2]) diese eigenthümlichen Organe genauer beschrieben, die er an den innern Fühlern der meisten Kruster fand. Er vermisste sie nur bei einigen Schmarotzern und landbewohnenden Krebsen, und glaubt auch, dieselben als Geruchsorgane deuten zu müssen. In einer Anmerkung zu der Abhandlung von Fritz Müller giebt Max Schultze als das Charakteristische für jene als Geruchsorgane gedeuteten Gebilde die stumpf geendigte Spitze und den Anschein einer Oeffnung nach aussen an, die auch von v. la Valette als die Merkmale seiner cylindrischen Organe an den Gammarinen beschrieben worden sind. Die vorliegenden Fortsätze der Arctiscoiden endigen allerdings mit stumpfer Spitze, eine Oeffnung nach aussen habe ich indessen an ihnen nicht wahrnehmen können.

Das zweite Paar der vom ersten Ganglion austretenden Nerven besteht in zwei Augennerven. (Fig. 1. b.) Sie laufen in einem zarten Bogen nach vorne und endigen mit einer länglich ovalen Anschwellung, an deren Basis ein aus gleichmässigen schwarzen Körnern bestehender Pigmentfleck aufsitzt, aus welchem letzteren eine Linse halbmondförmig hervorragt[3]).

Die beiden übrigen vom ersten Ganglion austretenden Nervenpaare, sowie die sämmtlichen Nerven des 2ten, 3ten und 4ten Ganglion, von denen jedes drei Paare entsendet, scheinen ausschliesslich, soweit man sie verfolgen kann, Muskelnerven zu sein, die untereinander keine wesentlichen Verschiedenheiten darbieten und unten nebst ihren Verbindungen mit den Muskeln näher berücksichtigt werden sollen.

Um zuvor noch einmal auf das erste Ganglion zurückzukommen, so kann dasselbe natürlich nach der obigen Darstellung weder für

1) Zeitschr. f. w. Zool. 1851 S. 280. — Archiv f. Anatom. 1860 S. 265. — Naturg. der Daphniden. — Tafeln zur vergl. Anatomie etc.

2) Archiv f. Naturg. XXVIII. Jahrg. 1. Bd.

3) Bei einem auf obige Verhältnisse untersuchten augenführenden Makrobioten habe ich eine dichotomische Theilung des Augennerven, die wohl bisher vereinzelt da steht, wahrgenommen. Wo und wie der nicht zum Auge gehende Ast endigt, habe ich bis jetzt noch nicht erkennen können.

sich noch in Rücksicht auf seine Nerven und deren Anschwellungen als Gehirn angesprochen werden, da diese sämmtlichen Partieen unterhalb des Schlundes liegen und somit das erste Ganglion bloss als das erste Glied in der Bauchganglienkette zu betrachten ist. Leydig (Vom Bau des thier. Körpers S. 182) macht auf die Wichtigkeit der Frage, ob es Arthropoden gebe, die zwar ein Bauchmark aber kein Gehirn haben, aufmerksam und ist wohl mit Recht der Meinung, dass in vielen Fällen, in denen den Arthropoden ein Gehirn abgesprochen worden, eine unvollständige Beobachtung die Ursache gewesen. Es scheint indessen, dass die Arctiscoiden eine wirkliche Ausnahme hiervon machen. Ich habe manche Untersuchung darauf gerichtet eine über dem Schlunde gelagerte Nervenpartie, die mit dem ersten Bauchganglion oder dessen Ausläufern in Verbindung stände, resp. einen Nervenschlundring zu finden, es ist mir indessen ebenso wenig wie Doyère gelungen eine solche Brücke oder Band zu constatiren. Trotzdem die Beobachtung durch die hier liegenden grossen Speicheldrüsen sehr erschwert ist, habe ich doch zuweilen Objecte vor Augen gehabt, die an Klarheit und Uebersichtlichkeit wenig zu wünschen übrig liessen, ohne indessen etwas hierauf Bezügliches mit Sicherheit wahrnehmen zu können. Es würden also, falls eine günstigere Beobachtung nicht doch noch ein dem Gehirn ähnliches Gebilde auffinden liesse, auch hierdurch die Arctiscoiden sowohl unter den Milben wie unter den Athropoden im Allgemeinen eine Ausnahmestellung einnehmen (siehe oben S. 103).

Was nun die von den Ganglien austretenden peripherischen Nerven betrifft, so habe ich schon oben bemerkt, dass von dem ersten Ganglion mit Ausnahme der beiden Sinnesnerven 2 und von den 3 folgenden je 3 Paare austreten. Die einzelnen Nerven entspringen mit verhältnissmässig breiter Wurzel, ohne sich indessen in die Ganglien hinein verfolgen zu lassen, laufen dann aber als feine, gleichmässige, etwas abgeplattete Fäden, die weder eine Längsfaserung noch eine sonstige weitere Struktur erkennen lassen, ohne Markscheide und Neurilemm geradlinig nach aussen zu den Muskeln. Sie sind somit nach der geläufigen Vorstellung als Analoga der Achsencylinder der Vertebraten anzusehen, obgleich sie sich von diesen in ihrem Aussehen besonders durch den Mangel des den Achsencylindern eigenthümlichen Glanzes unterscheiden. Zuweilen sieht man, doch nicht constant, eine feinkörnige Substanz in ihrem

Innern auftreten, es richtet sich das nach dem Erstarrungsgrade der Thiere; je länger dieselbe gedauert hat, desto mehr treten die Körnchen hervor. Wenn die Asphyxie bei der Wiedererwachung allmählig weicht, schwinden auch die Körnchen und die Nerven nehmen dann ein homogenes Aussehen an. Während ihres Laufes gehen die Hauptästchen gewöhnlich dicho- und mitunter auch trichotomische Theilungen ein, und bilden eigenthümliche Anschwellungen (Fig. 1 und Fig. 2) erfüllt mit einer körnigen Substanz, die entweder den Nerven in derselben Richtung, in der er eingetreten, wieder austreten lassen, oder 2—4 Fortsätze (Fig. 3 f.) nach verschiedenen Richtungen aussenden; in einigen Fällen sind diese Anschwellungen wohl wirklichen Ganglienzellen gleich zu stellen, da sie hin und wieder einen deutlichen Kern enthalten[1]).

Indem ich mich jetzt zur Frage nach der Verbindungsweise jener Nerven mit den Muskeln der Arctiscoiden wende, bemerke ich im Voraus, dass es hier nicht in meiner Absicht liegt, erst auf die äusserst zahlreichen[2]) die Endigungen der Muskelnerven betreffenden Untersuchungen, unter denen die umfassenden Arbeiten W. Kühne's wohl den ersten Rang einnehmen, näher einzugehen, sondern ich will mich, wie das überhaupt Absicht bei den vorliegenden Mittheilungen war, möglichst auf das bei den Arctiscoiden Beobachtete beschränken. Zudem sind die Verhältnisse hier so eigenthümlich und einfach, dass sie mit den muskulären Nervenendigungen höherer Thiere nur zum Theil in vergleichende Be-

---

1) Ob diese Ganglienzellen mit denen in Verbindung zu bringen sind, die Margò (Ueb. die Endigung d. Nerven in d. quergestreift. Muskelsubstanz. Pest 1862) bei Nervenfasern von Insekten vor ihrem Eintritt in die Muskeln beschreibt, (vergl. besonders dessen Abhandl. Taf. II Fig. 7) lasse ich unentschieden. Die Ganglienzellen Margò's enthalten sehr wenig Protoplasma, und der vorgefundene Kern kann auch wohl ein Kern der Schwann'schen Scheide sein, die den Nerven hier noch nicht verlassen hat.

2) Das vollständigste Verzeichniss sämmtlicher hier einschlagender Arbeiten in chronologischer Reihenfolge ist in dem neuesten Aufsatze von W. Krause über die Muskelnerven 4. Artikel. Zeitschr. f. rat. Med. XXIII. Bd. 3. Heft enthalten. Es sind daselbst nicht weniger wie 63 verschiedene Abhandlungen aufgeführt. Ferner findet sich ein historischer Abriss in Margò's (siehe ob.) und in Th. W. Engelmann's trefflicher Arbeit (Untersuchungen über den Zusammenhang von Nerv und Muskelfaser 1863), und besonders eine vollständige Recapitulation und Kritik des bisher über die Muskelnerven geleisteten in W. Kühne's Aufsatz: über die Nerven in den Nervenhügeln der Muskeln, Virchow's Archiv XXX. Bd. S. 187.

trachtung gezogen werden können. Ich werde wo sich solche direkte Berührungspunkte im Folgenden bieten, derselben betreffenden Ortes kurz Erwähnung thun.

Was nun zuvörderst die Muskeln der Arctiscoiden betrifft, so stellen sich dieselben als ein complicirtes System den Körper nach allen Richtungen durchkreuzender zarter abgerundeter Bänder dar, die in dem erstarrten Thiere auf den ersten Blick aus dem Innern als helle glänzende Streifen sich abheben. Die Muskelsubstanz selbst hat ein vollkommen homogenes Ansehen ohne jede Spur einer Quer- oder Längsstreifung. Die einzigen weitern Formverhältnisse, die man in dieser homogenen contractilen Substanz wahrnimmt, sind spärliche länglich ovale Kerne (Fig. 2 u. 3 k. u. Fig. 5 u. 6), die gewöhnlich in einer Ausbuchtung oder ovalen Auftreibung des Muskels liegen und deren oft bloss einer oder zwei in einem Muskelcylinder vorkommen. Um diese Kerne lagert sich fast regelmässig ein mehr oder minder starker, jedoch niemals scharf begrenzter Hof von dunkelkörniger Substanz, in welcher sich fast jedes Körnchen einzeln deutlich unterscheiden lässt. Es entspricht diese Bildung wohl derjenigen der Muskelkörperchen höherer Thiere, wie sie von Max Schultze[1]) auf den genetischen Zusammenhang mit den Muskeln gestützt, beschrieben worden sind. Sie lassen sich auch wohl hier als die Reste der ursprünglichen Bildungszellen der Muskelcylinder auffassen. Dass diese Muskelkerne sich wesentlich von den in der nervösen Substanz befindlichen unterscheiden, wird unten näher besprochen werden. Ausser dem stets um die Muskelkerne gelagerten körnigen Protoplasma findet man körnige Substanz zuweilen auch ohne Kerne in Streifen oder kleineren Plaques die homogene contractile Substanz durchziehend, aber in sehr wechselnder Menge und Gestalt, so dass oft ganze Muskeln frei davon sind, während in andern wiederum an verhältnissmässig vielen Stellen dieselbe eingebettet liegt. Es liegt nahe auch diese körnigen Bildungen wie das die Kerne umgebende Protoplasma als ein bei Entwicklung der contractilen Muskelsubstanz nicht verwandtes, übriggebliebenes, embryonales Protoplasma anzusehen. Ob die Muskeln von einer eignen, vom contractilen Inhalte differenten, abhebbaren Membran eingefasst sind lässt sich schwer sagen, da sich, um eine solche isolirt darzustellen,

1) Ueber die Muskelkörperchen etc. Reichert's und du Bois-Reimond's Archiv 1861 S. 1.

mit Reagentien hier nicht operiren lässt. Die dem Sarcolemma anderer Thiere sonst stets eigenthümlichen Kerne fehlen hier vollkommen. Am wahrscheinlichsten ist mir, dass bloss eine erhärtete Grenzschicht der contractilen Substanz selbst vorhanden ist. Auf diese Punkte werde ich unten noch genauer zurück kommen. Zuvor will ich die Formverhältnisse und den Charakter resp. das Wie? der Nervenendigungen bei den Arctiscoiden beschreiben.

Wenn ein aus den Ganglien tretender Nerv entweder direkt oder in einem seiner Aeste in die Nähe eines Muskels behufs Verbindung mit demselben angelangt ist, so verbreitert er sich zu dem bereits von Doyère erkannten Nervenhügel, indem die vorher ziemlich glänzende Mark- und Neurilemmlose Nervenfaser während der Bildung jenes Hügels gewissermassen strahlenförmig in eine ziemlich dunkel- und grobkörnigeSubstanz sich auflöst oder, nach dem geläufigern Ausdruck, dazu anschwillt. In jeder Anschwellung gewahrt man gewöhnlich deutlich einen verhältnissmässig kleinen runden glänzenden Kern mit Kernkörperchen. Dieser Doyère'sche Hügel legt sich nun mit seiner Basis oder Sohle auf den Muskel und umgreift dessen Breitenumfang mehr oder minder vollständig. Entweder endigt nun derselbe, resp. der Nerv, mit so zu sagen plattenförmiger Ausbreitung der Hügel-Basis allein, oder es treten von dieser noch nach einer oder beiden Seiten der Längsachse des Muskels weitere, ebenfalls körnige Fortsätze aus, die über die Oberfläche hinlaufen (Fig. II), und oft auf ihrem Wege oder an einem der Längsenden des Muskels noch einmal zu einem länglich ovalen Körnchenhaufen anschwellen (Fig. II h, Fig. III i), in dem man ebenfalls gewöhnlich einen Kern erkennt. Man kann zuweilen, besonders an den langen vom Kopfe bis zum Hinterleibsende sich hinziehenden Rückenmuskeln, auf weite Strecken diese körnige Substanz in feinen continuirlichen Streifen über die Muskeln hinlaufend verfolgen [1]). Es war schon oben bemerkt worden, dass die Nervenfaser kein Neurilemm besitzt, es kann also von dem Nerven auch keine Membran auf die granuläre Endausbreitung, den beschriebenen Doyère'schen Hügel mit seinen Fortsätzen übergehen.

1) Man könnte diese körnigen Streifen hier, wenn eine Membran über dieselben hinzöge, mit der von Leydig (vergl. Anat. S. 100) beschriebenen Matrix des Sarcolemma's, in welche die körnige Nervensubstanz übergehen soll, in Verbindung bringen.

Ebensowenig überzieht diese letztern Gebilde eine eigne Membran, überall präsentirt sich an der Oberfläche des über den Muskel laufenden und mit dem Nerven in Zusammenhang stehenden Protoplasma's eine körnige einfache Contour.

Das sind in Kurzem die einfachen Bilder, wie sie sich in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Nerv und Muskel bei den Arctiscoiden, ohne Unterschied ob sie zur Gattung Arctiscon (Milnesium) oder Makrobiotus gehören, in dem Zustande der Erstarrung darstellen. Sonst lassen sich von der Eintrittsstelle des Nerven resp. von dem Momente seiner Anschwellung an weder in dem Doyère'schen Hügel und seiner Basis, noch in dessen Fortsätzen, noch endlich an oder in der Muskelsubstanz irgend welche complicirtere Structurverhältnisse wahrnehmen, mag man nun eine Profil- oder eine Flächenansicht betrachten. Die Nervenfaser hört an der Spitze des Hügels, nachdem sie oft kurz vorher noch eine Zweigfaser für einen andern Muskel abgegeben, so zu sagen auf und lässt sich niemals als solche innerhalb des Hügels weiter verfolgen. Sie hat ihre Eigenschaft als Faser vollständig aufgegeben und sich in den granulären Doyère'schen Hügel aufgelöst. Dass dieser letztere nun mit seinen Fortsätzen als wirkliche Nervensubstanz und als eigentliches und alleiniges Nervenendorgan zu betrachten sei, scheint mir nach diesen Beobachtungen nicht zweifelhaft, schon aus dem einfachen Grunde, weil in der That nichts anderes im ganzen Bereiche des Muskels und Nervenendes vorhanden ist, was im Continuum mit der Nervenfaser als Fortsetzung und Endigung derselben aufzufassen wäre.

Ich möchte also, um diese Verhältnisse in eine deutlichere Form zu kleiden, sagen: der hüllenlose Nerv schwillt bei seiner Verbindung mit dem Muskel zu einer ebenfalls hüllenlosen Zelle an, von meistens kegel- oder pyramidenförmiger Gestalt, deren Spitze dem Nervenfaden zugekehrt ist (Doyère'scher Nervenhügel). Diese pyramidenförmige Nervenzelle legt oder ergiesst sich mit breiter Basis (Platte) über den äussern Umfang des Muskels und endigt entweder in dieser Form und Eigenschaft, oder schickt noch in der Richtung der Längsachse des Muskels körnige Fortsätze über denselben, die auf ihrem Wege aufs Neue zu Zellen anschwellen können (Fig. II h u. Fig. III i). Somit sind also die gesammten mit dem Nerven zusammenhängenden und den Muskel berührenden Partieen kurz gesagt Ganglienzellen ähnliche Endausbreitungen der Nervenfaser.

Leydig hat an vielen wirbellosen Thieren, und meines Wissens

zuerst, peripherische Ganglien als Nervenenden besonders in der Haut und deren Anhängen (Antennen und weibliches Kopfhorn von Branchipus in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1851 S. 280 Taf. VIII Fig. 7 u. 14 etc. etc.) beschrieben und hierauf resp. auf die Verschmelzung mehrerer solcher peripherischer Ganglienzellen zu einem Lager den Namen gangliöse Endplatten zuerst angewandt (Vom Bau d. thier. Körpers S. 96). Ich wüsste in der That für die vorliegenden Verhältnisse bei den Arctiscoiden keinen passendern Vergleich anzustellen, wenn gleich es mir scheint, als ob der Name »Platte« für die verschiedenen Formen der Nervenendigungen nicht ausreichend und bezeichnend genug wäre. Ich habe eben die gangliösen Endausbreitungen bei den Arctiscoiden mit Ganglienzellen verglichen, und thatsächlich vereinigen sowohl der Doyère'sche Hügel wie dessen sekundäre Anschwellungen die Eigenschaften vollkommner Zellen in sich in Bezug auf Kern und Protoplasma, denn es würde sicher gezwungen und dem einfachen, natürlichen Befunde zuwider sein, wollte man erstlich diese Kerne anders, als zu dem Protoplasma-Haufen, in dessen Centrum sie liegen, gehörig betrachten, besonders weil man die Zugehörigkeit derselben zu den Muskeln und dem Sarcolemma von vorne herein ausschliessen kann, da sie ausserhalb des Muskels liegen und ein kernhaltiges Sarcolemma fehlt, ebenso ein Neurilemma, das die Nervenenden überzöge und Kerne enthalten könnte. Zum fernern unterscheiden sich die Kerne des Doyère'schen Hügels von den Muskelkernen nicht bloss durch ihre Lage, sondern auch, wie oben schon bemerkt, durch ihre Form. Die Muskelkerne sind grösser, oval, und liegen von einer ebenfalls ovalen Protoplasmaschicht umgeben als einzelne abgeschlossene Muskelkörperchen in der Muskelsubstanz eingebettet (Fig. V u. VI). Die Kerne des Doyère'schen Hügels aber sind kleiner, rundlich, und kommen bloss da vor, wo mit dem Nerven in Zusammenhang stehende gangliöse Anschwellungen vorhanden sind. Ausnahmsweise ist es mir vorgekommen, dass ich keinen Kern in dem Doyère'schen Hügel etc. wahrnehmen konnte. Ich muss es dahin gestellt sein lassen, ob ein solcher wirklich fehlen kann. Die Schwierigkeit der Beobachtung und das dunkelkörnige dichte Protoplasma erklären solche Ausnahmefälle hinreichend.

Ich will hier nicht genauer auf die verschiedenen Deutungen eingehen, die man bei anderen höheren Thieren dem Inhalt des Doyère'schen Hügels beigelegt hat, es will mir indessen scheinen,

als ob jener Inhalt, besonders die granuläre Masse, durchschnittlich zu stiefmütterlich in Rücksicht auf die Betheiligung an der Nervenendigung behandelt worden sei, und als ob die ursprüngliche Auffassung von Kühne[1]), Waldeyer[2]) u. A., wonach der granuläre Inhalt des Nervenhügels bei Wirbellosen (Arthropoden) Nervensubstanz darstelle, dennoch richtig sei. Kühne hat zwar jene Meinung später selbst abgeändert, nachdem er bei Lacerta viridis die eigenthümlichen Endplatten entdeckt hatte; er erklärte dann das Protoplasma und die Kerne des Nervenhügels für eine blosse Umhüllungsmasse jener Platte. Es möchte indessen der Schluss von jenen noch so exakten Beobachtungen an Wirbelthieren auf Wirbellose jedenfalls ein gewagter sein und wie in unserem Falle ein nicht zutreffender. Bei den Wirbellosen müssen jene merkwürdigen Ausbreitungen des Achsencylinders in der Sohle des Nervenhügels, welche Kühne bei Wirbelthieren entdeckt hat, erst gefunden werden. Es mag fernerhin vorkommen, dass bei Wirbellosen Muskelkerne mit ihrem Protoplasma in der unmittelbarsten Nähe des Nervenhügels eingebettet liegen, so dass in den Fällen, wo man eine Flächenansicht vor sich hat, beide, Nerven- wie Muskelsubstanz, sich schwer von einander scheiden lassen, wie dieses Th. W. Engelmann[3]) bei Trichodes beschreibt, indessen wird eine sorgfältige Prüfung wie dort so auch in den meisten Fällen eine richtige Scheidung zu treffen wissen. Und wenn nun weiter der granuläre Inhalt des Nervenhügels, wie dieses auch von Engelmann zu geschehen scheint, für wirkliche Nervensubstanz gehalten wird, so sehe ich nicht ein, warum sich diese Substanz nicht in weiteren Zügen an und in den Muskel hinaus fortsetzen könne. Es scheint mir wenigstens für die Auffassung keine im Allgemeinen hinreichende Berechtigung vorhanden zu sein, als könne die Nervensubstanz nun wirklich nicht über den Nervenhügel resp. Platte hinaus, und als müssten alle sonst am und im Muskel befindlichen Protoplasma-Anhäufungen und Kerne, selbst wenn sie mit dem Doyère'schen Hügel in direkter Verbindung stehen, schlechterdings in allen Fällen nur Muskel- oder Sarcolemma-Elemente sein.

---

1) Ueber d. periph. Nervenendorgane Leipzig 1862.

2) Untersuch. über d. Verlauf und Ursprung des Achsencylinders etc. in Zeitschr. f. rat. Med. XX. Bd.

3) Jenaische Zeitschr. f. Med. n. Naturwissensch. I. Bd. 3. Heft S. 322, Taf. VII.

In neuester Zeit hat auch Rouget[1]) weitere Beobachtungen über die Nervenendigungen bei Wirbellosen (Krebse, Dipteren- und Käferlarven) gemacht. Dieser Forscher kommt dabei zu dem Ausspruch, dass der ganuläre Inhalt des Doyère'schen Hügels etc. mit dem Nerven nichts zu thun habe (»cette substance granuleuse est complétement étrangère aux éléments nerveux«). Er beschreibt ferner eine sehr interessante und neue Nervenendigung, wie er sie bei den genannten Thieren gefunden: die Nervenfaser theilt sich auf dem Gipfel des Doyère'schen Hügel gabelig in zwei Fibrillen, die den Hügel durchsetzen und in der contractilen Muskelsubstanz angekommen ausgefasert endigen. Das scheint mir aber noch immer kein Beweis zu sein, wenn man eine Fortsetzung vielleicht eines Theils der Nervenfaser im Nervenhügel sieht und auch bis zur Endigung verfolgt, dass nun die diese Endigung umgebende granuläre Substanz, die, wie man zugibt, nicht zum Muskel gehört, nun auch der Nervenendigung ganz fremd und bloss auf eine zwecklose Umhüllungsmasse verwiesen sein soll. Ist es nicht naturgemässer jene Substanz dem Protoplasma einer jeden Ganglienzelle gleich zu stellen, in das sich ein Theil der Nervenfaser oder des Achsencylinders oder derselbe ganz, wo sich kein Nervenende sehen lässt, aufgelöst oder umgeändert hat? Auffallend ist jedenfalls das fast constante Vorkommen der körnigen Substanz überall da, wo sich muskuläre Nervenendigung mit Doyère'schem Hügel zeigt.

Ohne indessen vorläufig weiter auf diese Frage einzugehen, um mich nicht von meiner ursprünglichen Absicht, mich hauptsächlich auf die Beobachtungen an den Arctiscoiden zu beschränken, zu weit zu entfernen, wiederhole ich noch einmal, dass bei diesen Thieren sich die Sache anders verhält, indem hier der gesammte Doyère'sche Hügel und dessen Fortsätze wirkliche ungetheilte Nervensubstanz ist, wie ich oben gezeigt zu haben glaube.

Ich komme jetzt nach Erledigung der Frage nach dem Wie? der Nervenendigung zu dem zweiten Hauptpunkte, nämlich zu dem Wo? d. h. ob ausserhalb oder innerhalb des Muskels. Ich muss dabei von vorneherein gestehen, dass ich lange Zeit geglaubt habe, der Doyère'sche Hügel senke sich in die Muskelsubstanz hinein und endige hier gewissermassen durch eine Verschmelzung der Muskel- und Nervenelemente, so dass sich keine Grenze zwischen dem Ende

1) Comptes rendus Tome LIX. No. 21. (21. Nov. 1864.)

der einen und dem Anfang der anderen ziehen liesse. Die unter dem Doyère'schen Hügel laufenden Muskelcontouren waren nämlich in den meisten Fällen durch das dunkel und grobkörnige Protoplasma des Ersteren so verdeckt, dass sie sich der Beobachtung ganz entzogen. Widerholte Untersuchungen haben mir indessen die zweifellose Sicherheit gebracht, dass der Doyère'sche Hügel und überhaupt die ganze eben beschriebene gangliöse Endausbreitung des Nerven in der That den äussern Umfang des Muskels bloss berührt, sich gewissermassen über ihn ergiesst, ohne an irgend einer Stelle in ihn einzudringen. Den besten Aufschluss hierüber geben diejenigen Endigungen, die bloss mit schmaler langgezogener Sohle in reinem Profil an den Muskel herantreten. Man sieht alsdann auf das unzweideutigste die volle Contour des Muskels unter der ganzen Nervenausbreitung herlaufen. Ausserdem wird jenes Verhalten aber auch noch durch folgende Beobachtung erhärtet: Wenn man einen Arctiscoiden, der 1—2 mal 24 Stunden in luftleerem Wasser (siehe ob.) gelegen hat und der also noch nicht sehr lange in das Stadium der Asphyxie übergegangen ist, unter dem Mikroskope [1]) betrachtet, so tritt nach einiger Zeit der Beobachtung durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft die Widererwachung [2]) des Thierchens ein, und man beobachtet dabei, wenn wir von dem oben beschriebenen Bilde

1) Es ist dabei, wenn man sich nicht die schönsten Objecte vernichten will, die grösste Vorsicht zu empfehlen. In dem erstarrten Thiere sind die Hautdecken und innern Organe sämmtlich äusserst gestreckt und gespannt, so dass oft der geringste Druck mittelst eines noch so feinen Deckgläschens hinreicht die Körperhüllen etc. zu sprengen, worauf jede weitere Beobachtung rücksichtlich der obigen Verhältnisse sofort aufgehoben ist. Man thut desshalb wohl, kleinere feste Objecte (Sandkörnchen etc.) von der ungefähren Dicke des zu beobachtenden mit auf das Objectglas zu legen, um so den Druck auf das Thier zu beschränken. Ausgezeichnete Dienste leistet dabei eine sehr einfache Methode, die ich zuerst vor längerer Zeit bei Herrn Prof. R. Leuckart in Giessen sah: man streicht mit den Ecken des Deckgläschens leise über ein Stück weichen Wachses, so dass kleine Partickelchen daran hängen bleiben und legt das Deckgläschen nun mit den Wachsstückchen nach unten auf das Object. Dadurch wird erstens das Deckgläschen an seiner Stelle fixirt und zweitens der Druck auf das Object beschränkt, oder ganz aufgehoben, den man nebenbei bei der Weichheit des Wachses ganz allmählig verstärken kann.

2) Man kann diese Wiedererwachung dadurch beschleunigen, dass man die Thiere sofort in lufthaltiges d. h. gewöhnliches Wasser setzt, auf der andern Seite aber auch verlangsamen, wenn man sich ausgekochten Wassers zur Untersuchung bedient.

der Nervenendigung ausgehen, folgendes: Sobald die ersten Symtome des erwachenden Lebens eintreten (die in der Regel, wie schon früher erwähnt, durch die Bewegung einzelner Blutkörperchen eingeleitet werden), hellen sich das dunkelkörnige Protoplasma des Doyère'schen Hügels und seiner Fortsätze, sowie auch zu gleicher Zeit die centralen Ganglien etwas auf. Diese Aufhellung schreitet mit der Zunahme der Lebenszeichen rasch voran, die Kerne erblassen ebenfalls, so dass nun bald ein Zeitpunkt kommt, wo man bei genauer, ununterbrochener Beobachtung selbst an den Stellen, wo die Sohle des Nervenhügels den Muskelumfang ganz umgreift, deutlich die Muskelcontouren innerhalb oder unter dem hell gewordenen Nervenhügel verfolgen kann, besonders da die Muskeln weit länger und selbst dann noch sichtbar bleiben, wenn vom Nervensystem nichts mehr zu sehen ist. Diese Beobachtung gelingt allerdings nicht immer, da mit dem Eintritt des Lebens, wie schon bemerkt, die grossen Blutkugeln sofort ihr wechselvolles Spiel beginnen und sich bald hier bald dort über die vom Auge fixirten Stellen ergiessen und dieselben verdecken. Um so leichter ist aber in der ersterwähnten Beobachtung bei schmalem Ansatz des Hügels und in reiner Profilansicht das behauptete Verhältniss zu constatiren.

Es bleibt jetzt noch ein mit der eben besprochenen Frage innig zusammenhängender und für den augenblicklichen, wenn ich so sagen soll, principiellen Stand der Frage nicht unwichtiger Punkt zu besprechen übrig, nämlich ob die Muskeln der Arctiscoiden ein Sarcolemma, d. h. eine eigene bindegewebige Scheide besitzen oder nicht. Ich habe mich schon oben der Meinung zugeneigt, die ich hier bestimmter wiederholen möchte, dass ein Sarcolemma im gewöhnlichen Sinne hier sicher nicht vorhanden ist. Fürs Erste fehlen die sonst stets beobachteten Kerne dieser bindegewebigen Membran hier vollkommen. Man könnte einwenden, es fehlten bei der Untersuchung auch die nöthigen Reagentien, um diese Kerne deutlicher hervortreten zu lassen. Dagegen muss ich geltend machen, dass gerade die Erstarrungsmethode das beste und sicherste Reagens ist, um alle Organe und Gewebe des Thieres, besonders die zelligen Elemente mit grösster Klarheit zur Anschauung zu bringen. Zum zweiten haben wir es hier nicht mit quergestreiften Muskeln zu thun, auch nicht mit einem Bündel von Fibrillen oder Muskelzellen, sondern mit einem einzigen homogenen contractilen Cylinder, der gewöhnlich in seinem Innern einen verhältnissmässig grossen ovalen

Kern erkennen lässt. Wir können somit wohl jeden einzelnen Muskel in Rücksicht auf seine Genese als meist aus einer einzigen Zelle hervorgegangen betrachten, die allerdings von einer Membran umgeben sein kann, aber keine der Muskelsubstanz fremde bindegewebige Scheide besitzt. Diese Membran wäre dann als eine blosse Cuticularbildung, von der Muskelsubstanz selbst ausgehend, oder als eine von letzterer abgeschiedene Grenzschicht anzusehen. Ich stütze mich dabei hauptsächlich auf ähnliche Beobachtungen und Auffassungen Leydig's [1]) an vielen Wirbellosen (Stielmuskel der Vorticellen, den Muskeln der Hirudineen, Cephalopoden, Echinodermen etc.). Er betrachtet die Membran der Muskeln jener Thiere auch bloss als eine Abscheidung der Muskelzelle, die selbstständig geblieben ist. Gleiche Verhältnisse wie die vorliegenden finden sich auch unter den Helminthen besonders bei Echinorhynchen, wo sich die Muskeln ebenfalls als einzelne homogene Bänder oder Cylinder mit eingelagerten Kernen präsentiren [2]), ohne dass dieselben zu Bündeln mit gemeinsamer Scheide vereinigt wären.

Es würde also in Bezug auf unsere Arctiscoiden die Frage, ob der Nerv bei seiner Verbindung mit dem Muskel die Hülle des letzteren durchbohre oder nicht, wegfallen und sich bloss auf die vom contractilen Inhalte nicht wesentlich verschiedene Membran der mehr oder minder selbstständig gebliebenen einzelnen Muskelzellen oder Cylinder beschränken. Es haben mich, wie ich ausführlich erörtert, meine Untersuchungen bestimmt dahin geführt, dass die Nervenfaser jene Grenzschicht oder Membran nicht durchbohre, sondern ausserhalb derselben endige. Auf diese Verhältnisse, nämlich auf das Vorhandensein oder Fehlen einer eignen Muskelscheide und auf den histologischen Charakter der letzteren, möchte wohl, wie mir scheint, bei Prüfung der motorischen Nervenenden besonders bei den wirbellosen Thieren ein besonderes Augenmerk zu richten sein. Mit der Beantwortung der Frage, ob der Nerv das Sarcolemma des Muskels durchbohre oder nicht, müsste wohl stets eine genaue Prüfung der Beschaffenheit des Sarcolemma's selbst, ob dasselbe bindegewebiger Natur oder bloss Cuticularbildung oder endlich nur Zellmembran oder erhärtete Zellgrenze sei, Hand

1) Vom Bau d. thier. Körpers S. 82. Lehrbuch der Histologie S. 133 u. ff.

2) Siehe meine Untersuch. üb. Echinorhynchus Miliaris Archiv f. Naturg. XXX. Jahrg. I. Bd. S. 128.

in Hand oder vielmehr voraus gehen. Durch Leydig[1]) sind für diese Verhältnisse ganz neue Gesichtspunkte aufgestellt worden, denen sich auch A. Weissmann[2]) angeschlossen hat, welcher letztere sogar geneigt zu sein scheint, die bindegewebige Natur des Sarcolemma's im Allgemeinen in Abrede zu stellen. Auf der andern Seite ist wohl das Material, trotz der vielen und sorgfältigen Arbeiten noch nicht reichlich und übersichtlich genug, um schon zu allgemeinern und festen Anschauungen über die Endigungen der motorischen Nerven gelangen zu können; besonders sind für die wirbellosen Thiere noch viele Lücken vorhanden. Und warum sollte nicht hier wie in allen Organen und Systemen des Thierreiches Reichthum und Mannigfaltigkeit in Form und Anordnung in den verschiedenen Thierklassen herrschen, ohne dass man vorläufig zu allgemeinern Sätzen emporsteigen könnte? Ist es nicht wohl denkbar, dass besonders bei den wirbellosen Thieren unter den obigen Gesichtspuncten in einigen Fällen der Nerv die Muskelmembran durchbohre, in andern ausserhalb derselben endige?

Sämmtliche peripherische Nerven der Arctiscoiden sind nun nach der obigen Beschreibung mit Ausnahme der beiden Sinnesnerven dem Anschein nach, d. h. in Bezug auf ihre sichtbare Endigungsweise, Muskelnerven. Trotzdem ist es nun wohl nicht zweifelhaft, dass bei einem so entwickelten Nervensysteme wie das vorliegende ist, ein Theil desselben für die innern Organe und für die Haut bestimmt sei. Ich habe indessen mit Ausnahme der Endigungsweise an den Muskeln keine andere Endigung der Nerven und auch keine direkte Verbreitung derselben an andere Organe finden können, selbst da nicht, wo ich sie bis zu den feinsten Ramificationen verfolgen konnte. Das Verhalten in Bezug hierauf ist kurz folgendes: Jeder Nerv lässt sich von seinem Ursprung an entweder direkt oder in einem seiner Aeste wenigstens bis zu einer Verbindung mit einem Muskel verfolgen; meistentheils sind dieses aber, wie gesagt, die Fäden, die noch nicht durch wiederholte Theilungen viel von ihrer ursprünglichen Stärke verloren haben. Diese grösseren Aeste geben aber, bevor sie sich mit einem Muskel verbinden, wiederum weitere Aestchen ab, die zum Theil sofort aufs Neue an andere Muskeln treten, zum Theil aber auch in feine und feinste Zweige sich spalten, bis sie sich der

1) Vom Bau d. thier. Körp. S. 44 u. 71.

2) Zur Histologie der Muskeln. Zeitschr. f. rat. Med. XXIII. Bd. S. 26.

Beobachtung entziehen. Möglicherweise sind diese letztern also als die sensibeln und sympathischen Nerven anzusehen; es wäre allerdings dadurch eine merkwürdige Verschmelzung und Vereinfachung der verschiedenen Nervensphären gegeben. selbst wenn man annehmen wollte, dass die ursprünglichen Fasern aus feinsten Fibrillen beständen, die ihre verschiedenen Qualitäten schon von vorneherein aus ihren Centren entnehmen und an den betreffenden Stellen abgeben.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass ich ausser den Arctiscoiden noch andere niedere Thiere, besonders Nematoden, Echinorhynchen und Räderthiere, auf die motorischen Nervenenden untersucht habe. Nur bei den letztern bin ich zu einem einigermassen befriedigenden Resultate gelangt. Es schien mir nämlich, dass die im Humus, Moose etc. vorkommenden, mit den Arctiscoiden denselben äussern Lebensbedingungen unterworfenen und mit ihnen auch in mancher Hinsicht verwandten Räderthiere ebenfalls nach der oben beschriebenen Methode in einen Erstarrungszustand überzuführen seien, und ich habe mich darin nicht getäuscht: die Erstarrung gelingt vollkommen und eignet sich zur Untersuchung der übrigen Organisationsverhältnisse trefflich, nur tritt für die Untersuchungen der Nervenenden der Uebelstand ein, dass die Räderorgane während der Erstarrung eingezogen sind, wodurch die Muskeln des vordern Körpers und die vom Schlundganglion ausstrahlenden Nerven entweder gar nicht oder nur sehr unsicher zu verfolgen sind. Nichts destoweniger habe ich einigemale bei besonders durchsichtigen Thieren und vermittelst vorsichtiger Compression ganz ähnliche Bilder in Bezug auf die Nervenenden gesehen wie bei den Arctiscoiden.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. IV.

Die erste Figur ist bei 300maliger, die übrigen sind sämmtlich bei circa 600maliger Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1. Das Nervensystem von Arctiscon Milnei (Milnesium tardigradum).
- a. Die beiden konischen Fortsätze am Kopfe (Geruchsorgane?).
- b. Augen.
- c. Schlundkopf.
- g. Die 4 Bauchganglien.
- n. Die von letztern ausstrahlenden Nerven.
- m. Muskeln.
- e. Muskuläre Nervenendigungen.
- o. Längscomissuren der Ganglien.
- p. Quercomissuren.

Fig. 2. Einzelnes Ganglion mit Nerven, Muskeln und Nervenenden bei demselben Thiere.
- g. Ganglion.
- n. Nerv.
- e. Nervenendigung.
- m. Muskel.
- k. Muskelkörperchen.
- h. Gangliöse Ausbreitung auf dem Muskel.

Fig. 3. Ganglion mit eigenthümlicher Nervenausbreitung von einem Makrobiotus. nov. spec. (ohne Augen, sechs Papillen im Saugmunde, zwei zweitheilige Krallen 0,7 Mm. lang).
- g. Ganglion.
- f. Eigenthümliche Anschwellung des Nerven mit einem Loch in der Mitte.
- i. Weitere gangliöse Anschwellung.
- k. Muskelkerne.
- e. Nervenendigung.
- m. Muskel.

Fig. 4. Dichotomische Theilung eines Muskels und der herantretende Nerv; an der Theilungstelle tritt die nervöse Körnersubstanz von einem Ast des Muskels auf den andern, den Zwischenraum ausfüllend.

Fig. 5 u. 6. Homogene Muskelcylinder mit Muskelkörperchen.

Zur Kenntniss der Leuchtorgane von Lampyris splendidula.

Vom

Herausgeber.

Hierzu Taf. V und VI.

Es ist bekannt, dass das Licht, welches leuchtende Insecten ausstrahlen, von besonderen Leuchtorganen ausgeht, das ist von solchen Körpertheilen, welche den nicht leuchtenden Insecten fehlen und welche, wo sie vorhanden sind, anderen Zwecken als dem Leuchtgeschäft nicht zu dienen scheinen. In dieser Hinsicht besteht ein Unterschied zwischen den leuchtenden Insecten und vielen leuchtenden Thieren des Meeres, Mollusken, Coelenteraten, Noctiluken u. A. Denn bei den Salpen leuchtet der ganze Eingeweideknäuel, bei Coelenteraten und Noctiluken oft der grössere Theil des Körpers oder der ganze Körper.

Zwar ist unsere Kenntniss der aussereuropäischen leuchtenden Insecten eine geringe, so dass es uns an strengen Beweisen für die Existenz besonderer Leuchtorgane in vielen einzelnen Fällen gebricht. Doch wenn wir von den einheimischen Lampyris-Arten auf die exotischen schliessen dürfen und die, wenn auch spärlichen, Angaben über Sitz und Ausdehnung der Lichtquelle bei anderen Leuchtkäfern z. B. den Elater-Arten Westindiens in Betracht ziehen, so scheint es, als wenn in der angedeuteten Beziehung eine Uebereinstimmung unter den leuchtenden Insecten herrsche.

Wenn die anatomische Untersuchung zur Aufklärung der merkwürdigen und bisher unbekannten Vorgänge etwas beitragen kann,

welche dem Leuchten lebender Thiere oder Thiertheile zu Grunde liegen, so erscheint zweifelsohne das Leuchtorgan eines Insectes ein geeigneteres Object als etwa der Körper einer leuchtenden Meduse, bei welcher fast alle Theile Licht entwickeln können. Um etwa characteristische anatomische Anordnungen kennen zu lernen, werden wir offenbar bei dem Organ, welches aller Wahrscheinlichkeit nach nur zum Leuchten bestimmt ist, anfangen müssen, und die Leuchtorgane der Insecten werden somit der geeignetste Ausgangspunct sein für eine Untersuchung, welche die Elementartheile aufzuweisen strebt, an denen das Leuchtgeschäft abläuft. Wir sind weit entfernt eine genaue Kenntniss des Baues der Leuchtorgane auch nur eines einzigen leuchtenden Insectes zu besitzen. So benutzte ich die sich mir an meinem Wohnorte bietende Gelegenheit den Versuch zu machen, tiefer in den Bau der Leuchtorgane einzudringen, beschränkte mich dabei aber zunächst fast ausschliesslich auf die Untersuchung der bekanntlich lebhaft leuchtenden Männchen von Lampyris splendidula. Die vielen Schwierigkeiten, welche die Untersuchung bot, haben abschliesseude Resultate bisher zu erreichen verhindert. Wenn ich dennoch hier einige Mittheilungen zu veröffentlichen mich entschliesse, so geschieht dies wesentlich aus dem Grunde, dass Abbildungen über die selbst leichter zu erkennenden Structurverhältnisse der Leuchtorgane von Lampyris noch gar nicht existiren. und ferner um eine Beobachtung bekannt zu machen, welche für das weitere Studium der Leuchtorgane von Bedeutung zu werden verspricht, nämlich die Entdeckung der merkwürdigen Veränderungen, welche lebendige Leuchtorgane in verdünnter Osmiumsäure (Ueberosmiumsäure) erleiden, und welche, wie ich bereits in den Sitzungsberichten der niederrheinischen Ges. für Natur- und Heilkunde zu Bonn vom 7. Juli und 4. August 1864 mitgetheilt habe [1]), der mikroskopischen Untersuchung in sehr auffallender Weise zu Hülfe kommen.

Die Männchen von Lampyris splendidula besitzen zwei Leuchtorgane, welche die Bauchseite des vor- und drittletzten Segmentes einnehmen. Sie werden bei Tage an ihrer weissen Farbe erkannt, mit welcher sie durch die über ihnen ganz durchsichtige Bauchhaut hindurch schimmern. Jedes dieser Organe stellt eine dünne Platte

---

1) Verhandlungen des naturhistorischen Vereins d. preuss. Rheinlande und Westphalens, 21. Jahrg., Bonn 1864, Sitzungsber. p 61.

dar, welche mit der ventralen Fläche der Bauchhaut unmittelbar anliegt, mit der dorsalen an den Bauchnervenstrang und die Baucheingeweide angrenzt. Auch Muskelbündel, welche an der Innenseite der Chitinhaut jedes Segmentes liegen, stossen an die Leuchtorgane an, ohne sich jedoch mit ihnen direct zu verbinden. Trotz ihrer Weicheit lassen sich die Platten bei einiger Vorsicht im frischen Zustande durch Präparation isoliren. Sie leuchten auch nach der Isolirung noch lange fort, wenn sie mit Serum befeuchtet vor dem Eintrocknen geschützt werden. An den freigelegten Leuchtplatten überzeugt man sich leicht, dass die ventrale Fläche ungleich stärker leuchtet als die dorsale.

Was bis vor Kurzem über die feinere Structur dieser Leuchtplatten bekannt war, beschränkt sich auf die Angabe, dass sie dichte Anhäufungen einer feinkugeligen Masse darstellen, die mit Tracheen und Nerven durchzogen ist [1]).

Leydig erkannte eine Differenzirung der feinkörnigen Grundmasse in Zellen und bildete diese letzteren ab [2]). Seiner Ansicht, dass diese Zellen wesentlich Theile des Fettkörpers des Insectes seien, widersprach Kölliker, dem wir sodann genauere Angaben über die Structur der Leuchtorgane verdanken [3]), welche auch die einzigen bis heute geblieben sind. Denn C. Lindemann's »Anatomische Untersuchung über die Structur des Leuchtorganes von Lampyris splendidula« [4]) muss als eine gänzlich misslungene Arbeit bezeichnet werden. Nach Text und Abbildungen derselben zu schliessen sind die von Lindemann als »Leuchtkörper« beschriebenen Gebilde die drei letzten Ganglien des Bauchnervenstranges, aber keine Theile des Leuchtorganes.

Kölliker gab namentlich genauere Mittheilungen über die zelligen Elemente der Leuchtorgane, die er in blasse und weisse Parenchymzellen unterscheidet. Er beschreibt ihre Lage, ihr Aussehen und ihre chemische Beschaffenheit, und machte bezüglich letzterer die wichtige Beobachtung, dass der Inhalt der weissen Zellen wesent-

---

1) C. A. S. Schultze, Systematisches Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, Abth. 1, 1828, p. 181.

2) Lehrbuch der Histologie, 1857, p. 343, Fig. 183 a.

3) Monatsberichte der Akademie d. Wiss. zu Berlin, 1857, p. 392. Verhandl. d. Würzburger phys. medicin. Ges. Bd. VIII, Sitzung v. 27. Juni 1857.

4) Bulletin de la soc. imper. des naturalistes de Moscou, 1863, No. IV. Tom. XXXVI, p. 437.

lich aus Ablagerungen eines harnsauren Salzes, wahrscheinlich harnsauren Ammoniaks, besteht, aus welchem durch Zusatz von Säuren die characteristischen Harnsäure-Krystalle anschiessen. Auch betont Kölliker sehr richtig, dass die blassen Zellen, welche wesentlich aus einer Eiweisssubstanz bestehen, und nicht die weissen die leuchtenden Theile seien. Von den Tracheen, die sich sehr reichlich zwischen den Zellen verästeln, meint Kölliker dass sie an ihren Enden schlingenförmig untereinander zusammen zu hängen scheinen. Das Ende der Nerven vermochte er nicht zu erforschen, schliesst jedoch aus seinen und älteren physiologischen Experimenten, dass die Leuchtorgane »nervöse Apparate« seien, »die ihre nächsten Analoga in den electrischen Organen finden möchten.«

Geht man die zahlreichen Experimente durch, welche ältere und neuere Beobachter über das Leuchten der Lampyris-Arten anstellten, wie sie unter Anderen in den so gründlichen wie anziehenden Zusammenstellungen von Tiedemann in seiner Physiologie der Menschen Bd. I., 1830, p. 497—508, und bei Milne Edwards in dessen bewunderungswürdigen Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée Tom. 1863, p. 95—106 nachgesehen werden können, so ergiebt sich zweierlei, 1) dass zum Leuchten der Sauerstoff unumgänglich nothwendig sei und 2), dass das Nervensystem einen deutlichen Einfluss auf die Thätigkeit der Leuchtorgane ausübe. Da nun weiter die Versuche, Phosphor oder einen anderen Leuchtstoff aus den Leuchtorganen auf chemischem Wege zu isoliren, ein durchaus negatives Resultat gehabt haben, so tritt an den Anatomen vor allen Dingen die Aufgabe heran, die Ausbreitung und die Endigungsweise der Tracheen und Nerven, und deren Beziehung zu den Parenchymzellen zu studiren. Von diesem Gesichtspunkte aus unternahm ich die Untersuchungen, über deren Resultate in Folgendem berichtet werden soll.

Jede der beiden Leuchtplatten der männlichen Lampyris splendidula lässt zwei im feineren Bau verschiedene Schichten unterscheiden, eine ventrale und eine dorsale, welche ziemlich die gleiche Dicke besitzen, innig untereinander zusammenhängen, doch aber auf Querschnitten ziemlich scharf voneinander abgesetzt erscheinen. (Vergl. Fig. 1.)

Die ventrale Schicht ist gelblich durchscheinend und besteht aus einer feinkörnigen organischen Substanz von zähschleimiger Consistenz. In ihr erkennt man schon bei schwacher Vergrösserung

lufthaltige Tracheenverzweigungen (b b Fig. 1). Die dorsale Schicht ist ganz undurchsichtig, bei auffallendem Lichte weiss, und verdankt ihre Undurchsichtigkeit einer dichten Anhäufung sehr stark lichtbrechender kleiner Körnchen, welche bei jeder Verletzung des Organes sich aus der weichen Grundlage, in welche sie eingebettet sind, sehr leicht isoliren und dann unter lebhafter Molekularbewegung massenhaft in der umgebenden Flüssigkeit suspendirt herumschwimmen. In sie treten von der dorsalen Seite her grössere Tracheenstämme (d, d) und Nervenästchen (e, e) ein, können aber innerhalb derselben der Undurchsichtigkeit der Substanz wegen nicht verfolgt werden. Zum grössten Theil durchsetzen sie diese Schicht, um in der erstgenannten ventralen ihre Endverästelung zu finden.

An Schnitten wie der abgebildete, die in Serum angefertigt werden, lässt sich bei abwechselnder Beobachtung mittelst Lampenlicht und bei Verfinsterung des Zimmers unter Anwendung schwacher Vergrösserungen leicht erkennen, dass von der undurchsichtigen Schicht keinerlei Lichtentwickelung ausgeht, vielmehr nur die durchsichtigere ventrale Substanz leuchtet. Solche Schnitte oder Zerzupfungspräparate zeigen oft noch viele Stunden nach der Anfertigung deutliche Lichterscheinungen.

Beide Schichten bestehen, wie schon Kölliker angab, wesentlich aus Zellen. Doch ist im frischen Zustande der Organe, selbst an dünnsten Schichten und auf das sorgfältigste in Serum zerzupften Präparaten, von diesen Zellen nicht viel zu sehen. Noch am ersten ist der zellige Bau an der ventralen Substanz zu erkennen, wie das in Fig. 2. abgebildete bei 500 mal. Vergrösserung gezeichnete Präparat erweist, an welchem die kuglig vorspringenden Wülste und die hellen Flecke in der feinkörnigen Substanz keinen Zweifel über die Deutung lassen.

Seltener gewinnt man an frischen Präparaten der dorsalen Schicht ähnliche Bilder. Die dunkeln Körnchen verdecken meist jede Spur von Kern, so dass Zellen, wie die eine der in Fig. 3. abgebildeten, zu den Ausnahmen gehören. Leichter ist, wenigstens an der ventralen Schicht, die Zusammensetzung aus Zellen an solchen Präparaten zu erweisen, welche der langsamen Erhärtung in Lösungen von Chromsäure, Kali bichromicum, Osmiumsäure, Oxalsäure oder Jodserum ausgesetzt waren. Meist schon nach kurzem Verweilen in diesen Flüssigkeiten lösen sich die betreffenden Zellen leicht voneinander und erscheinen jetzt, wie in Fig. 4 und 6, als polyedrische,

nach den drei Dimensionen des Raumes ziemlich gleichmässig entwickelte Körper mit oft recht scharf abgesetzten Flächen und Kanten, hie und da mit kurzen feinkörnigen Fortsätzen an den Ecken. Die Substanz dieser Zellen verhält sich gegen Reagentien ganz wie eine zähflüssige Eiweisssubstanz. Es ist ein sehr dichtes Protoplasma, welches den Hauptbestandtheil der Zellen ausmacht, ein verhältnissmässig kleiner, kugliger Kern liegt in dessen Innerem, welcher aber, verdeckt durch die dichtkörnige Umgebung, an erhärteten Präparaten nicht immer deutlich hervortritt. Carmin und Anilinlösungen färben diese Zellen sehr intensiv. Von einer Membran ist an ihnen nichts zu entdecken.

Minder deutlich ist durch Reagentien an der dorsalen Schicht die feinere Structur aufzuklären. Dass die in ihr massenhaft abgelagerten kleinen dunkeln Körnchen, welche beim Zerzupfen in Flüssigkeiten unter lebhafter Molekularbewegung frei werden, durch eine zähflüssige schleimige Substanz zusammengehalten sind, lässt sich bei Untersuchung in Serum erkennen. Zusatz verdünnter Essigsäure oder Salzsäure macht die Körnchen alsbald verschwinden. Aber an ihrer Stelle treten kleine Krystalle in solcher Masse auf, dass dadurch eine genauere Untersuchung der Grundsubstanz verhindert wird. Und löst man die Krystalle in Kali- oder Natronlauge, so erblasst das Substrat der Art, dass auch die nach dem oben Angeführten wahrscheinlich immer vorhandenen Kerne schwinden. Was uns an dieser dorsalen Schicht am meisten interessiren muss ist der Umstand, dass, wie Kölliker fand, die molekulären Körnchen derselben Harnsäure enthalten. Die durch Zusatz von verdünnter Essig- oder Salzsäure entstehenden Krystalle zeigen die bekannten Formen der Harnsäure, und die Löslichkeitsverhältnisse dieser Krystalle sowie die Murexidprobe geben weitere Beweise. Auf eine Bestimmung der mit der Harnsäure etwa verbundenen Basis bin ich nicht eingegangen. Kölliker entscheidet sich nach dem Auftreten von Salmiakarborisationen nach Zusatz von Salzsäure und daraus, dass die weisse Masse beim Glühen keinen Rückstand hinterlässt, für Ammoniak. Es liegt nahe, die feinkörnige Masse, welche die dorsale Schicht der Leuchtorgane erfüllt, für einen amorphen Körper zu halten. Die Untersuchung mittelst des Polarisationsapparates lehrt aber, dass jedes der kleinen Körnchen das Licht sehr stark doppelt bricht. Ihre geringe Grösse lässt zwar krystallinische Structur auch bei Anwendung starker Vergrösserungen nicht

deutlich erkennen, dennoch kann es nach dem optische Verhalten keinem Zweifel unterliegen, dass hier Krystalle vorliegen. Bekanntlich kommen nach Kölliker's und Leydig's Untersuchungen[1]) kuglige Ablagerungen von harnsaurem Natron und Ammoniak in den Fettkörperzellen vieler Insecten vor. Die grösseren derselben sind radiär streifig und brechen das Licht stark doppelt, dürfen also als strahlig krystallinisch angesehen werden. Die kleinsten lassen krystallinische Structur nicht mehr erkennen, gleichen aber in ihrem optischen Verhalten ganz den grösseren und den Körnchen der Leuchtorgane, so dass auch sie unzweifelhaft als krystallinisch gelten müssen. Der Polarisationsapparat giebt ein vortreffliches Mittel ab, die krystallinischen Körnchen des harnsauren Salzes von anderen, ähnlich aussehenden Körperchen zu unterscheiden. Mit seiner Hülfe lässt sich denn sogleich constatiren, dass in dem durchsichtigen ventralen Theil der Leuchtplatte keine Spur von harnsauren Ablagerungen vorhanden ist. Da nun die Lichtentwickelung ausschliesslich an diesem ventralen Theil zu Tage tritt, müssen trotz ihres innigen Zusammenhanges die beiden Schichten der Platte doch als wesentlich verschiedene betrachtet werden. Ich will desshalb die sie constituirenden Zellen durch verschiedene Namen unterscheiden, und die der ventralen Schicht die Parenchymzellen des Leuchtorganes, die der dorsalen die Uratzellen nennen. Damit lassen wir die Möglichkeit offen, dass Uebergänge zwischen beiden vorkommen, z. B. Parenchymzellen sich im Laufe der Zeit in Uratzellen verwandeln.

Von besonderer Wichtigkeit erschien uns die Frage nach dem Verhalten der Tracheen und Nerven in den Leuchtplatten. Was zunächst die Tracheen betrifft, so ist es leicht, ihre Verästelung zwischen den Parenchymzellen zu verfolgen, so lange sie von Luft erfüllt sind. Die reichlichen baumförmigen Verästelungen bieten nichts Auffallendes dar, was sie von den Tracheen anderer Organe unterschiede. Schlingenförmige Verbindungen fehlen ganz. Sehr schwierig ist dagegen die Erforschung des nicht mehr mit Luft gefüllten letzten Endes der Tracheen. Um hier zum Ziele zu gelangen müssen Macerationsmittel angewandt werden, welche bei gleichzeitiger Erhaltung der Elementartheile eine Lockerung derselben erzeugen, so dass eine vollständige Isolirung der Tracheenenden möglich wird. Unter den

---

1) Vergl. u. A. Archiv für Anatomie, Physiologie etc. von Reichert und du Bois Reymond, 1863, p. 192.

zu diesem Behufe angewandten Flüssigkeiten haben die concentrirte Oxalsäurelösung und das Jodserum, beide von mir schon früher zu ähnlichen Zwecken empfohlen, die besten Dienste geleistet. Eine ein- bis zweitägige Maceration in diesen Flüssigkeiten genügt, denjenigen Grad von Auflockerung zu erzielen, dass beim Zerlegen der Leuchtorgane mit Nadeln die Parenchymzellen einzeln von einander fallen, und die Tracheenverästelungen mehr oder weniger vollständig frei werden. Im günstigsten Falle erhält man ein Bild wie in Fig. 4. dargestellt ist. Das Tracheenstämmchen a a ist bis an seine Endäste vollkommen isolirt. Die Spiralfaser reicht soweit, als Luft in dem Röhrchen enthalten ist, darüber hinaus setzt sich die Röhre in ein sehr blasses Fäserchen fort, welches ein fein granulirtes Ansehen hat und nicht mehr hohl zu sein scheint, sich schnell verdickt und in einen kleinen sternförmigen Körper übergeht, welcher das Ende des Tracheenästchens darstellt. Die Substanz, aus welcher dieses sternförmige Endgebilde der Trachee besteht, ist eine farblose granulirte Masse, von gleicher Beschaffenheit wie die Fortsätze, die zu 4 bis 6 oder mehr nach verschiedenen Richtungen ausstrahlen, und von denen immer nur einer mit einem Tracheenästchen in Verbindung steht. Das Innere umschliesst, wie es scheint constant, einen kleinen ovalen oder kugligen Kern, so dass wir berechtigt sind, die Gebilde als Zellen zu betrachten, deren Protoplasma jedoch eine Abgrenzung durch eine besondere Membran abzugeben scheint. Sollen wir sie mit bekannten Zellenformen vergleichen, so würden die kleinen Ganglienzellen der grauen Rinde des Hirnes von Säugethieren oder vom Menschen als sehr ähnlich anzuführen sein.

Um die Natur der von ihnen ausgehenden Fortsätze etwas genauer zu studiren bedarf es einer sehr starken Vergrösserung. Mit Hülfe einer solchen bemerkt man, dass die meisten derselben fein zugespitzt oder wie abgerissen aufhören, dass einzelne sich vorher theilen, dass bezüglich ihrer feineren Structur aber eine Verschiedenheit, den Tracheenstiel abgerechnet, nicht obzuwalten scheint. Eine Verbindung der Fortsätze benachbarter Zellen untereinander habe ich nie gesehen. Dagegen erscheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass der Zusammenhang, welchen ich wiederholt zwischen einzelnen dieser sternförmigen Zellen und Parenchymzellen bemerkte, auf einer Verbindung beider mittelst ihrer Fortsätze beruhe. Es wurde oben bemerkt, dass die Parenchymzellen oft an ihren Ecken kurze fein granulirte Fortsätze besitzen. Dieselben gleichen

denen der Tracheenendzellen der Art, dass bei Beurtheilung solcher Bilder, wie Fig. 5 darstellt, wo eine Parenchymzelle in so inniger Verbindung mit einer Tracheenzelle liegt, dass der Zusammenhang durch Aufdrücken auf das Deckglas des Präparates und dadurch erzeugte Strömung in der Flüssigkeit nicht gelöst werden konnte, der Gedanke an eine Verwachsung beider mittelst ihrer Fortsätze sehr nahe liegt. Die äusserste Zartheit letzterer und ihre leichte Zerstörbarkeit mögen den Grund abgeben, wesshalb der Zusammenhang nicht noch deutlicher erkannt worden.

Wo die Parenchymzellen an Macerationspräparaten gruppenweise fester untereinander zusammenhängen, so dass die Tracheenverästelungen nicht frei herausgewaschen werden können, gelingt es nur ausnahmsweise eine Andeutung der zwischen ihnen gelegenen zarten sternförmigen Tracheenzellen zu sehen (vergl. Fig. 4 b b). Im frischen Zustande oder bei Behandlung mit anderen gebräuchlichen Reagentien, als den genannten, vermochte ich nie deutliche Bilder derselben zu erhalten. Dagegen ergaben sich neue grosse Vortheile aus der Anwendung eines neuen Reagens, der Osmiumsäure OsO_4, neuerdings Ueberosmiumsäure genannt. Aus der wässrigen Lösung dieser Säure scheiden leichtoxydirbare Stoffe, auch viele organische Substanzen, einen schwarzen oder schwarzblauen Körper ab, eine niedrigere Oxydationsstufe des Osmium oder auch das Metall selbst. Prof. Franz Schulze in Rostock sandte mir vor längerer Zeit von dieser Säure in stark verdünnter Lösung mit der Aufforderung, sie bei mikroskopischen Untersuchungen zu verwenden, indem nach seinen Beobachtungen verschiedene Gewebselemente verschieden reducirend auf die Säure einwirkten. Nach vorläufiger Orientirung über die Wirkung derselben auf thierische Gewebe und mit dem Studium der Leuchtorgane beschäftigt, musste sich mir die Frage aufdrängen, ob nicht der während des Leuchtens nachgewiesenermaassen stattfindende, gewiss verhältnissmässig grosse Sauerstoffverbrauch sich auch in eigenthümlicher Weise der Ueberosmiumsäure gegenüber äussern werde. Es wurden also lebende und leuchtende Thiere in die Säurelösung gelegt, und schon nach wenigen Stunden, während welcher die Thiere allmählig abgestorben waren, zeigte sich der Einfluss der Säure in überraschendster Weise. Während in den Parenchymzellen des Leuchtorganes und in anderen Körpertheilen noch kaum Spuren einer Reduction von Osmium zu bemerken waren, hatten sich die Tracheenzellen sämmtlich tief schwarz gefärbt. Vor-

her in situ gänzlich unsichtbar traten sie jetzt schon an den unverletzten Leuchtorganen mit einer Schärfe hervor, dass Zahl und Lagerung derselben auf das leichteste schon mit schwächeren Vergrösserungen übersehen werden konnte. Fig. 8. giebt ein bei 300 mal. Vergrösserung gezeichnetes Bild eines kleinen Abschnittes der ventralen Fläche eines so veränderten Leuchtorganes. Die Parenchymzellen sind etwas bräunlich gefärbt und wohl begrenzt zu erkennen. Zwischen ihnen liegen in regelmässiger Vertheilung die durch reducirtes Osmium schwarzgefärbten Tracheenzellen, mit ihren Ausläufern in die Zwischenräume der Parenchymzellen eingreifend. Zwischen den oberflächlich gelegenen schimmern tiefere durch, und benachbarte sieht man öfter durch kurze, mit Luft gefüllte, also sehr dunkel contourirte Tracheenendverästelungen untereinander zusammenhängen. Wie kleine Blüthen an einem vielverzweigten Blüthenstiele, so sitzen die schwarzen Zellen dem gemeinsamen Tracheenstamme auf. Mit der grössten Leichtigkeit erhält man nun durch Zerzupfen solcher Präparate mit Nadeln ähnliche und noch viel vollständigere Bilder der Tracheen als sie aus der Oxalsäure in Fig. 4. dargestellt sind. Denn die Osmiumsäure macerirt zugleich die Kittsubstanz und begünstigt eine Isolirung der Elementartheile. Auf solche Weise aus dem Zusammenhange gelöste Tracheenendzellen sind in Fig. 9. bei 800 facher Vergrösserung abgebildet. Die schwarze Färbung ist eine gleichmässig diffuse und verhindert die feinere Structur des Protoplasma zu erkennen; auch von den Zellenkernen sieht man nichts. Sie setzt sich wenn auch meist mit abnehmender Intensität in die Ausläufer des Zellenkörpers fort und erleichtert die Verfolgung derselben ausserordentlich. Einige der Ausläufer scheinen mit ungemein fein ausgezogenen Enden frei aufzuhören (Fig. 9 a.), andere enden abgerissen oder abgestutzt. Anastomosen der Ausläufer untereinander sah ich nie, ebensowenig Verbindungen mit den Fortsätzen der Parenchymzellen. Ich zweifle nicht, dass es durch weitere Untersuchungen mittelst der Ueberosmiumsäure gelingen werde, über das endliche Schicksal dieser Zellenfortsätze noch mehr auszumitteln. Meine bisherigen Versuche fielen in das Ende der Flugzeit und konnten nur noch mit wenigen Thieren und nur mit einer 500 bis 1000 fach. verdünnten Lösung der Säure, wie sie mir allein zu Gebote stand, angestellt werden.

Die schwarze Färbung der Tracheenzellen tritt nur ein an l e b e n d und l e u c h t e n d eingelegten Thieren, sie bleibt aus bei abgestorbenen oder solchen Individuen, welche vorher in anderen

conservirenden Flüssigkeiten lagen wie Spiritus, Oxalsäure, Jodserum etc. Um die besprochene Färbung zu beobachten, genügt es, den von einem leuchtenden Thiere abgeschnittenen und noch fortleuchtenden Hinterleib in die Ueberosmiumsäure zu bringen. Nach einigen Stunden ist die erwünschte Färbung vorhanden. Hiernach kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Färbung auf dem auch in der Osmiumsäure noch einige Zeit fortdauernden Sauerstoffverbrauch der Leuchtorgane beruht, welcher zunächst und am intensivsten in den Tracheenzellen stattfindet, denen die Säure durch die lufthaltigen Tracheen zugeführt wird. Da sich diese Gefässe aber auch noch nach dem Versuche mit Luft gefüllt zeigen, so werden wir annehmen müssen, dass die Osmiumsäure in gasförmigem Zustande zu den Tracheenendzellen gelangt, was bei der bekannten grossen Flüchtigkeit dieser Säure, welche sich auch in dem stechenden, die Respirationsorgane sehr belästigenden Geruche derselben documentirt, keinem Bedenken unterliegen kann.

Auch in anderen Organen als den Leuchtorganen färben sich Tracheenenden lebend eingelegter Thiere schnell schwarz, während die Wirkung auf die übrigen, durch die Chitinhaut gedeckten weichen Körpertheile erst viel später eintritt. Ich behalte mir für eine andere Gelegenheit die Schilderung der Veränderung vor, welche die Ueberosmiumsäure in verschiedenen Geweben erzeugt und erwähne nur, dass vorzugsweise die eiweissartigen Substanzen und die Fette durch sie schwarz gefärbt werden. So tritt nach längerem Verweilen der freipräparirten Leuchtorgane in der Ueberosmiumsäure eine tief schwarze Farbe auch der Parenchymzellen auf. Diese ist aber unabhängig von dem Umstande, ob die Theile lebendig oder todt eingelegt wurden.

Zeichnen sich die Tracheenendzellen der Ueberosmiumsäure gegenüber durch eine grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff aus, so liegt es nahe, ihnen auch beim Leuchtgeschäft eine hervorragende Rolle zuzuweisen. In dieser Hinsicht ist folgender Umstand von Interesse. Beobachtet man männliche Thiere von Lampyris splendidula während des Leuchtens zur Nachtzeit mit schwachen Vergrösserungen des Mikroskopes, so bemerkt man, dass mit dem rhytmischen An- und Abschwellen des Lichtes, welches diese Thiere meist deutlich zeigen, das erste Auftreten des Lichtes in einem Auffunkeln kleiner im Leuchtorgan zerstreuter Punkte besteht, deren Zahl und Anordnung etwa der der Tracheenendzellen, wie wir sie an Osmiumprä-

paraten kennen gelernt haben, entspricht. Erst nach dem Auftreten dieser Lichtpunkte verbreitet sich das Licht mehr gleichmässig über die ganze Oberfläche des Organes, um dann beim Nachlassen wieder am längsten an zerstreute Lichtpunkte gebunden zu sein. Die auf der Höhe des Lichteffectes statthabende gleichmässige Verbreitung des Leuchtens beweist zwar, wie ich glaube, die auch sonst wahrscheinliche Theilnahme auch der Parenchymzellen am Leuchtgeschäft, aber das Aufleuchten in einzelnen zerstreuten Punkten regt die Frage an, ob nicht die Tracheenzellen es sind, an welche zuerst die Lichtentwickelung gebunden ist, von welchen aus sie sich dann erst auf die Parenchymzellen verbreitet.

Hier muss sogleich erwähnt werden, dass sternförmige Tracheenzellen nach Art der beschriebenen auch an anderen Stellen des Insectenkörpers vorkommen, dass also in ihrer Anwesenheit allein etwas für die Leuchtorgane Charakteristisches noch nicht gegeben ist. So viel ich weiss ist freilich nur eine einzige einschlägige Beobachtung bekannt, diese rührt von Leydig her, welcher in seiner Monographie der durchsichtigen Larve von Corethra plumicornis (Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 3, 1851, p. 445; wiederholt in seinem Lehrbuch der Histologie p. 388) zarte sternförmige Zellen in dem Gewebe der Unterhaut als Tracheenendzellen beschreibt. Nach meinen Untersuchungen mittelst der Ueberosmiumsäure stellt sich diese Art der Tracheenendigung, wie sich erwarten liess, als weiter verbreitet heraus. So sah ich sie z. B. sehr deutlich in den Wandungen der Samenschläuche von Lampyris. Charakteristisch für die beschriebenen Leuchtorgane scheint dagegen die ungeheure Menge der Tracheenzellen auf kleinem Raum.

Bezüglich der Nerven der Leuchtorgane habe ich schliesslich Folgendes anzuführen. Die aus den letzten Ganglien des Bauchnervenstranges entspringenden Nervenstämmchen, welche von der dorsalen Seite her in die Leuchtorgane eintreten, unterscheiden sich in ihrer feineren Structur nicht von anderen Nerven des Körpers. Es sind fein längsgestreifte und feinkörnige Faserbündel mit kernhaltiger Scheide. Sie verzweigen sich innerhalb des Leuchtorganes zwischen den Parenchymzellen in stark divergirend auseinander tretende, immer feiner werdende Aeste, die endlich dem Beobachter entschwinden. Kölliker erwähnt kernhaltiger Anschwellungen an den Nerven, von denen 2—5 Aeste ausstrahlen. Mir ist als Regel die dichotomische Theilung vorgekommen, und von zellenartigen Einlagerungen

in die Nervenäste sah ich nie etwas. Die Isolirung der Nerven gelingt durch Zerzupfen schon im ganz frischen Zustande in Jodserum, besser an mit Oxalsäure behandelten Leuchtorganen. Die feinsten Aestchen (Fig. 2 und 6) erreichen die Grenze des Messbaren; ihr endliches Schicksal ist mir ebenso wie Kölliker unbekannt geblieben. Nach Aussehen und Beschaffenheit der letzten sichtbaren Enden kann an einen Zusammenhang derselben mit den Ausläufern der Parenchymzellen sowohl als der Tracheenendzellen gedacht werden. Es liegt mir jedoch keine sichere Beobachtung über einen solchen Zusammenhang vor.

Beim Zerlegen der letzten Segmente der Lampyris-Männchen und dem Isoliren der an den letzten Bauchganglien entspringenden Nerven erhält man sehr oft Präparate wie das in Fig. 7. gezeichnete. Es stellt diese Figur einen Nervenast dar, welcher an seinem Ende in eiförmige zellenartige Körperchen ausgeht, die wie Beeren an Stielen ansitzen. Diese Art der Nervenendigung hat mit dem Leuchtorgan nichts zu thun, sie gehört der Haut des Körpers an, und stimmt mit den von Leydig an verschiedenen Orten gegebenen Darstellungen über Hautnervenenden bei Athropoden überein.

Es wird nun die nächste Aufgabe sein, auch bei anderen leuchtenden Insecten mit den hier zur Anwendung gekommenen Methoden die Leuchtorgane zu untersuchen, und festzustellen, was gemeinsam und was den verschiedenen Species und Geschlechtern eigenthümlich sei. Nach den Angaben Köllikers, welcher von Lampyris noctiluca und splendidula beide Geschlechter beobachtete, findet sich bezüglich der Parenchymzellen der Leuchtorgane viel Uebereinstimmendes. Nach den wenigen an Weibchen der genannten Species angestellten Untersuchungen, welche ich ausführte, kommen auch die Tracheenendzellen in den Leuchtplatten der letzten Bauchsegmente beim Weibchen ähnlich wie beim Männchen vor. Die kleinen linsenförmigen Leuchtorgane der Körperseiten dagegen scheinen sich abweichend zu verhalten. Wenigstens vermochte ich mittelst der Osmiumsäure in ihnen nur pinselförmige Endausstrahlungen der Tracheen aufzufinden. Doch sind diese Untersuchungen unabgeschlossen geblieben. Aeusserst erwünscht wäre es natürlich, wenn auch ausländische Lampyris-Arten und die zahlreichen anderen leuchtenden Insecten der Tropen der Osmiumreaction unterworfen würden. Es genügt, wenn die Thiere leuchtend in ein Fläschchen mit verdünnter Ueberosmiumsäure eingelegt und nach 24 Stunden in starken Spiritus gebracht werden,

in welchem sie dann bis zur mikroskopischen Untersuchung beliebig lange aufbewahrt werden können. Für den Fall, dass einer der geehrten Leser dieses Aufsatzes Gelegenheit hätte in andern Welttheilen Sammlungen leuchtender Insecten in der angedeuteten Weise anstellen zu lassen, wäre ich gern erbötig, die schwierig zu beschaffende Ueberosmiumsäure in der betreffenden Lösung zu übersenden.

Erklärung der Abbildungen

auf Taf. V und VI.

Fig. 1. Sagittaler Durchschnitt durch eine Leuchtplatte des Männchens von Lampyris splendidula. Vergr. etwa 80. aa die durchsichtige Bauchhaut; bb ventrale Schicht der Leuchtplatte mit Tracheenverästelungen; cc dorsale undurchsichtige, bei auffallendem Lichte weiss aussehende Schicht; dd Tracheenstämme; ee Nerven.

» 2. Kleiner Theil des in Jodserum frisch zerzupften ventralen Abschnittes des Leuchtorganes. Vergr. 500. a Nerv.

» 3. Zellen aus dem dorsalen Theil des Leuchtorganes, vollgepfropft voll Körnchen eines harnsauren Salzes. Vergr. 500.

» 4. Theil eines in concentrirter Oxalsäurelösung macerirten Leuchtorganes. aa Isolirtes Tracheenbäumchen mit Endzellen; bb Parenchymzellen, zwischen denen auch ein kleines Tracheenästchen verläuft. Vergr. 400.

» 5. Isolirtes Tracheenästchen mit Endzellen. Eine der letzteren liegt einer Parenchymzelle dicht an. Vergr. 700.

» 6. Nervenästchen aus einem mit Oxalsäure macerirten Leuchtorgan, daneben einige Parenchymzellen. Vergr. 500.

» 7. Endverästelung und Endkörper eines Hautnerven von Lampyris, frisch in Jodserum. Vergr. 700.

» 8. Theil eines mit der ventralen Fläche dem Beobachter zugekehrten unversehrten Leuchtorganes von Lampyris splendidula ♂ nach mehrstündiger Einwirkung einer Lösung von Ueberosmiumsäure auf das leuchtend eingelegte Thier. Zwischen den Parenchymzellen, welche deutlich einzeln erkennbar und etwas bräunlich gefärbt sind, liegen die durch reducirtes Osmium schwarz gefärbten Tracheenendzellen, zu denen von der dorsalen Seite her die Tracheen herantreten. Vergr. 400.

» 9. Mit Osmium gefärbte Tracheenendzellen desselben Leuchtorganes isolirt, a vom Rande der Organes, b aus der Mitte. Vergr. 800.

Zur Histologie der Cestoden.

Von

Dr. Eduard Rindfleisch,
Professor in Zürich.

Hierzu Taf. VII, Fig. 1—3.

Die vorliegende Mittheilung hat den doppelten Zweck, einestheils den Fachgenossen ein neues Hülfsmittel mikroskopischer Untersuchungen anzuempfehlen, andererseits einige Detailbeobachtungen betreffend das Parenchym der Taenia solium mitzutheilen.

Das Nelkenöl ist zum Aufhellen mikroskopischer Präparate, soviel ich weiss, noch von keiner Seite so angelegentlich empfohlen worden, als es diese Substanz verdient. Es findet seine Verwendung in der bekannten Clark e'schen Präparationsmethode und unterscheidet sich vom Terpentinöl, dem es im Uebrigen analog ist, dadurch, dass es sich mit Alkohol, wenn derselbe nicht gar zu wässrig ist, besonders aber mit absolutem Alkohol mischt. Wir brauchen daher die mit carminsaurem Amoniak gefärbten Schnitte nur kurze Zeit (etwa 3 Minuten) in absolutem Alkohol liegen zu lassen, um sie daraus ohne vorhergehende sorgfältige Abtrocknung sofort in das aufhellende ätherische Oel zu bringen. Nicht allein, dass hierdurch die etwas langwierige Methode um die unbequemen 24 Stunden Alkohol abgekürzt wird, es wird auch der noch unangenehmeren Verschrumpfung vorgebeugt, welche das Präparat bei der Lufttrocknung erfährt. Die Zellen bleiben Zellen und gehen nicht zu unscheinbaren verzerrten Körperchen ein. Nimmt man zum Nelkenölbade ein gläsernes Gefäss, so kann man über dunkelem Grunde das allmähliche Fortschreiten der Aufhellung controliren. Ist dieselbe voll-

endet, so genügt es, das Präparat einfach in einen Tropfen Canadabalsam zu legen und mit einem Deckgläschen zu bedecken. Der Canadabalsam mischt sich mit dem Nelkenöl in jedem Verhältniss.

Eine besondere Modifikation dieser Methode, welche sich z. B. für die Untersuchung des Körperparenchyms grösserer Würmer empfiehlt, besteht darin, dass man halbzöllige Stücke dieser Thiere (Spirituspräparate), in Carminlösung wirft und so lange darin liegen lässt, bis sie sich durch und durch mit dem rothen Farbstoff imprägnirt haben. Hierauf kommen die ganzen Stücke erst in Alkohol und dann in Nelkenöl. In letzterem erhalten sie abgesehen vom Durchscheinenden einen solchen Grad von Starrheit, dass sie sich mit dem Rasirmesser in Scheibchen beliebiger Feinheit zerlegen lassen, welche dann ohne Weiteres in Canadabalsam gebracht werden können. Was man von den präparirten Stücken nicht gebraucht, kann man aus dem Nelkenöl herausnehmen und in einem verkorkten Gläschen bis auf Weiteres aufbewahren. Das Nelkenöl verflüchtigt sich beinah ebenso langsam als Glycerin, und selbst solche Stücke, welche aus dem Nelkenöl herausgenommen wurden und dann Wochen lang in der Luft gelegen hatten, waren zur mikroskopischen Untersuchung und zum Schnitte machen noch völlig tauglich; ja es möchte Mancher diese etwas starreren Stücke den frischeren vorziehen.

Um indessen nicht bei der blossen Anpreisung der Methode stehen zu bleiben, füge ich hier einige Beobachtungen an, welche ich mit ihrer Hülfe an dem immer noch fragwürdigen Parenchym der Cestoden, in specie der Taenia solium angestellt habe. Die vorzügliche Darstellung, welche Leuckart (Menschliche Parasiten pg. 164 ff.) von der Anatomie der Bandwürmer giebt, enthält zugleich eine Zusammenfassung der bisherigen Leistungen auf diesem Gebiete. Ich erlaube mir den Leser auf diese Darstellung zu verweisen und werde mich darauf beschränken, meine Erfahrungen über zwei der strittigsten Punkte mitzutheilen, nämlich erstens über die Subcuticularschicht, zweitens über die Kalkkörperchen.

Unter Subcuticularschicht verstehe ich den Theil der Rinde, welcher aussen von der Cuticula, innen von dem bindegewebigen, die Kalkkörperchen enthaltenden Parenchym begrenzt wird. Dass hier kein eigentliches Epithelialstratum gefunden wird, wie bei anderen Thieren, ist schon lange bekannt. Die Frage ist nur, ob das, was man findet, anatomisch auch nur als ein Aequivalent des Epithels angesehen werden kann.

Welches ist nun die feinere Struktur und welches sind die Structurelemente der Subcuticularschicht? — Ich sehe sie mit Ausnahme einer schmalen peripherischen Zone in ihrer ganzen Dicke radiär gestreift und diese Streifung, welche sowohl auf dem Längsschnitt als auf dem Querschnitt (vgl. Abbildungen) deutlich hervortritt, rührt davon her, dass sie eine grosse Anzahl schmaler, spindelförmiger Körper enthält, welche unter sich parallel und senkrecht gegen die Oberfläche gerichtet sind. Jedes dieser Körperchen mag, eingerechnet die fadenförmigen Ausläufer, welche sie nach beiden Seiten hin ausschicken, so lang sein als die Subcuticularschicht dick ist, vielleicht noch länger. Weil aber die am meisten in die Augen fallenden Mittelpartien der Spindeln alternirend, d. h. so angeordnet sind, dass zwei unmittelbar nebeneinander liegende mit ihren dickeren Mitten am weitesten von einander abstehen und weil ausserdem die Ausläufer sehr zart sind, so gewinnt es wohl den Anschein als ob keine von den Spindeln durch die ganze Dicke der subcuticularen Schicht hindurchreichte. Mit Hülfe eines Hartnack'schen Immersionssystems kann man sich überzeugen, dass die Spindeln kernhaltige Zellen sind, was sie unter einander verbindet, ist eine fein granulirte Grundsubstanz, die nach innen zu unmittelbar in die geschwungenen Fibrillen des parenchymatösen Bindegewebes übergeht. Die Hauptmasse der Subcuticularschicht ist also bindegewebiger, nicht epithelialer Natur und auch der erwähnte schmale peripherische Saum ist lediglich aus Bündeln feinster Bindegewebsfibrillen zusammengesetzt, welche der Quere nach verlaufen und daher auf dem Längschnitt als kleine Gruppen von Pünktchen hervortreten. Auch mit glatten Muskelfasern kann füglich keine dieser Bildungen verwechselt werden. Zur Vergleichung bietet jedes Präparat eine ganze Auswahl von Muskelfasern, die in allen Uebergängen vom Profil zum Querschnitt zu Gesichte kommen. Die Längsmuskulatur erhebt sich sogar in einzelnen Faserzügen, deren Verlauf wir am Längsschnitt und deren regelmässige Anordnung wir am Quer- und Flächenschnitt deutlich verfolgen können, in die subcuticulare Region hinein. Diese Fasern sind zugleich die am weitesten nach aussen gelegenen Theile der Bandwurmmuskulatur; eine dicht unter der Cuticula angebrachte, continuirliche Quermuskularis kann ich nicht anerkennen; wie bemerkt, habe ich hier nur Bindegewebsfibrillen gefunden, die allerdings der Quere nach verlaufen und wohl zu jener irrthümlichen Annahme Veranlassung gegeben haben.

Uebrigens will ich diese Gelegenheit benutzen, um darauf aufmerksam zu machen, dass unter den Einrichtungen, welche die Abschnürung der einzelen Glieder bewirken, auch eine eigenthümliche Verlaufsweise der Muskelfasern erwähnt zu werden verdient. Genau entsprechend nemlich der zukünftigen Theilungsstelle endigt eine gewisse Anzahl der Längsmuskelfasern mit einer kurzen rückläufigen Krümmung, während andere nur aus einer innern Lage in eine mehr äussere übergehen und sich dabei in der zukünftigen Trennungslinie kreuzen. Eine Contraktion dieses Fasersystems könnte gar wohl bei der Theilung des Bandwurmleibes mitwirken.

Der zweite Gegenstand, betreffs dessen ich eine Mittheilung zu machen habe, sind die berufenen Kalkkörperchen der Cestoden. Ich bemerke im Voraus, dass ich die Frage nach der physiologischen Bedeutung der Kalkkörperchen, also die Hauptfrage nicht in Angriff genommen, sondern mich begnügt habe, das Verhältniss der Kalksalze zu der organischen Grundlage etwas genauer festzustellen. Um das Resultat vorweg zu sagen, so glaube ich mich zu der Annahme berechtigt, dass die eigenthümliche Constanz in der Form und in der Maximal-Grösse der Kalkkörperchen dadurch zu erklären ist, dass organische Gebilde, welche eben diese Form und Grösse haben, vom Centrum aus allmählich ganz und gar verkalken. Es handelt sich um eiförmige, farblose Körper von 0,019 Mm. Länge, an welchen mehr oder weniger deutlich eine concentrische Schichtung hervortritt. Diese Körper sind in beträchtlicher Anzahl durch die ganze Rindenschicht des Bandwurmleibes vertheilt und werden durch eine vom Centrum nach der Peripherie fortschreitende Imprägnation mit Kalksalzen schliesslich zu Kalkkörperchen. In der schwächeren oder stärkeren concentrischen Streifung sowie in dem verschiedenen Grade der Verkalkung sind uns zwei Kriterien geboten um verschiedene Species der Körperchen zu unterscheiden. Dazu gesellt sich ein drittes in der verschiedenen Intensität, mit welcher sie die Carminfärbung annehmen. Die besondere Tugend des carminsauren Ammoniaks, nicht jede beliebige Textur gleich stark zu tingiren, macht sich bekanntlich auch darin geltend, dass die mit Kalksalzen imprägnirten Gewebsbestandtheile von der Carminfärbung vollständig verschont bleiben. Aber schon vor der definitiven Ablagerung des Kalks scheinen sich die Theile in einem Zustand verminderter Empfänglichkeit für die Carminfärbung zu befinden, so dass wir mit Hülfe der

drei genannten Kriterien: Schichtung, Verkalkung und Carminfärbung folgende vier Gruppen von Körpern aufstellen können:

1. Intensiv roth gefärbte, ganz homogene Körper, welche keinen Kalk enthalten.
2. Blassroth gefärbte Körper mit concentrischer Schichtung, welche ebenfalls kalklos sind.
3. Blassrothe, concentrisch geschichtete Körper, in deren Centrum ein glänzendes Pünktchen den Beginn der Verkalkung anzeigt.
4. Ungefärbte (geschichtete oder homogene), vollständig verkalkte Körperchen.

Ich brauche wohl nicht zu bemerken, dass in natura die sämmtlichen hier charakterisirten Formen durch Zwischenformen verbunden sind: wir haben es mit einer continuirlichen Reihe aufeinander folgender Zustände desselben anatomischen Gebildes zu thun. Leider kann ich diesen Gebilden keinen Namen geben. Sind es Zellenkerne, sind es Concretionen? Ich habe natürlich auch an Amyloidkörperchen gedacht; aber was ich bei der Jodprüfung erfahren habe, war ebenso unbefriedigend als überraschend. Das ganze Bandwurmparenchym nahm schnell und in ganz charakteristischer Weise die jodrothe oder, wie ich lieber sage die mahagonirothe Färbung an, welche das thierische Amyloid auszeichnet, — was aber durchaus ungefärbt blieb, waren die Kalkkörperchen und ihre unentkalkten Vorgebilde. Ich bescheide mich daher, die Frage nach der Bedeutung der Kalkkörperchen vorläufig noch auf sich beruhen zu lassen.

Erklärung der Tafel VII.

Fig. 1—3.

Fig. 1. Vom Längsschnitt der Taenia solium; a ganze Dicke der Rindenschicht; b Subcuticularschicht; c Cuticula. Ausserdem Längsmuskelbündel und Kalkkörperchen in ausgebildeten und unausgebildeten Zuständen.

» 2. Vom Querschnitt der Taenia solium; a ganze Dicke der Rindenschicht; b Subcuticularschicht; c Cuticula. Ausserdem die Längsmuskulatur im Querschnitt und Kalkkörperchen.

» 3. Flächenschnitt in der Richtung der Linie A Fig. 1. a Cuticula; b Bindegewebsstratum; c Querschnitte der Spindelzellen und platte Muskelfasern der Subcuticularschicht.

Ueber die Randbläschen der Hydroidquallen.

Von

Fritz Müller.

Hierzu Taf. VII, Fig. 4.

In seinen ganz vortrefflichen »Studien über das Gehörorgan der Decapoden« gedenkt Victor Hensen beiläufig der Randbläschen einer Eucope *Ggb.*, und gibt von denselben eine Beschreibung und Abbildung, die weit abweicht von der Darstellung aller früheren Beobachter [1]). Es soll danach an der centralen Seite der »Hörblasen« oder »Otolithensäcke«, wie Hensen die Randbläschen nennt, eine verdichte Stelle sich finden, von der aus sehr feine Haare nach einem in der Mitte des Sackes liegenden, von einer inneren Blase umschlossenen Steine gehen.

Veranlasst durch die Angaben Hensen's habe ich mir die Randbläschen verschiedener Hydroidquallen noch einmal angesehen und glaube danach behaupten zu dürfen, dass sich dieser umsichtige Beobachter denn doch wohl in seiner Auffassung der Randbläschen von Eucope getäuscht hat, die er nur einmal zu untersuchen Gelegenheit fand.

Ueber die An- oder Abwesenheit der zarten Häärchen kann ich freilich nichts sagen, da diese für mein Mikroskop kaum erkennbar sein würden. Allein es scheint mir unzweifelhaft, einmal dass die »Steine« nicht frei in der Mitte des Randbläschens schweben, nur durch zarte Häärchen gehalten, und zweitens, dass die

1) Studien über das Gehörorgan der Decapoden, S. 37, Anm. 1; Fig. 24, B.

»innere Blase« gar keine Blase ist, sondern ein dichter Körper. Ich glaube mich hievon selbst bei Eucope überzeugt zu haben, obwohl gerade die vier zugänglichen Arten dieser Gattung wegen der geringen Grösse der Bläschen und der oft in Mehrzahl vorhandenen »Steine«, und wegen der meist nicht besonders durchsichtigen Umgebung derselben wenig geeignet sind, befriedigende Bilder zu geben.

Am bequemsten bieten sich die frei über die Scheibe vorspringenden, verkehrt eiförmigen, mit stielförmig verdünnter Basis aufsitzenden Randbläschen der Cunina Köllikeri *F. M.* der Untersuchung dar. Der »Stein« ist bei ihnen endständig und von der Basis zieht sich deutlich ein blasser Strang nach dem »Steine« hin, um ihn becherförmig zu umfassen [1]). Es ist unmöglich dieses Verhalten in Einklang zu bringen mit Hensen's Darstellung der »Otolithensäcke« von Eucope, während man sich nur den Strang verkürzt und dadurch den Stein ins Innere der Blase zurückgezogen zu denken braucht, um die bei den Hydroidquallen gewöhnliche Bildung der Randbläschen zu erhalten, wie ich sie bei Liriope [2]) beschrieb und auch jetzt wieder bei dieser und anderen Arten sehe. Da ich indessen, wie Agassiz, Cunina nicht zu den Hydroidquallen rechne [3]), musste ich billig Bedenken tragen, das bei ihr leicht festzustellende Verhalten der Randkörper als Beweis gegen die Richtigkeit der Darstellung Hensen's geltend zu machen; immerhin konnten ja bei Hydroiden und Aeginiden die Randkörper in völlig verschiedener Weise gebaut sein.

Ich war daher erfreut, bei einer Hydroidqualle auf eine Bildung der Randbläschen zu stossen, die in der Mitte steht zwischen dem bei Cunina und dem bei Liriope zu beobachtenden Verhalten. Diese noch unbeschriebene Qualle, Aglauropsis Agassizii *F. M.*, erinnert durch ihre Gestalt, durch die Bildung und selbst die Färbung des Magens und der Geschlechtstheile an Aglaura hemistoma *Pér.* et *Le S.*, unterscheidet sich aber von letzterer Gattung durch die Vierzahl der Geschlechtstheile und der Strahlgefässe und die grosse Zahl der Randbläschen. Diese letzteren, von etwa 0,075 Mm. Durchmesser, sind stark gewölbt; ihr frei vorspringender Abschnitt

1) Archiv für Naturgeschichte 1861. Taf. IV. Fig. 8.

2) Archiv für Naturgeschichte 1859. S. 314. Taf. XI. Fig. 9—12.

3) Fritz Müller, über die systematische Stellung der Charybdeiden im Archiv für Naturgeschichte 1861. S. 302. — Agassiz, Contributions to the natural history of the United States of America. Vol. IV. 1862. S. 9 u. S. 167.

bildet eine Glocke, deren Höhe etwa $^2/_3$ des unteren Durchmessers beträgt. Aus dem Grunde der Blase erhebt sich nun auf einem kurzen dünnen Stiele ein blasser, nicht hohler birnförmiger Körper, der bis in die Mitte der Blase reicht und in dessen Ende ein kugliger stark lichtbrechender Stein von etwa 0,015 Mm. Durchmesser zur Hälfte eingesenkt ist. Der Stein löst sich in Säure unter Luftentwicklung. — Dasselbe Bild, in aller nur wünschenswerthen Klarheit und Schärfe, bot mir eine grosse Zahl von Randbläschen.

Dies stimmt nun wieder völlig zu dem, was ich früher (a. a. O.) von Liriope und Cunina angegeben habe, — ist aber ebensowenig wie jene Angaben mit Hensen's Darstellung zu vereinigen. Dies über den Bau der Randbläschen; nun einige Worte über ihre Verrichtung.

Die Randbläschen der Hydroidquallen gelten jetzt fast allgemein als Hörwerkzeuge. Agassiz und ich dürften so ziemlich die einzigen sein, die sie noch jetzt als Augen betrachten. Auch Hensen bezeichnet sie ohne Bedenken als »Hörblasen« und »Otolithensäcke«. Ich muss gestehen, dass gerade Hensen's meisterhafte Darstellung des Gehörorgans der Krebse mich auf's Neue in meiner Auffassung bestärkt hat.

Bei den Krebsen besteht das Ohr in einer als Einstülpung der äusseren Haut zu betrachtenden, häufig offenen Höhle. In dieser Höhle finden sich stets in ganz eigenthümlicher Weise eingelenkte Haare und oft Hörsteine, die mitunter ganz lose liegen, oder nur durch die in sie eintretenden Haare gehalten werden. Sie bestehen bald blos aus organischem Stoffe, bei Mysis vielleicht aus Fluorcalcium, wie es scheint nie aus kohlensaurem Kalk, und werden bisweilen durch von aussen eingeführte Quarzstückchen u. dgl. ersetzt. Gerade bei den höchstentwickelten Formen des Ohres fehlen sie vollständig. Das Wesentlichste von diesen verschiedenen Gebilden sind die Hörhaare, die auch selbständig, ohne Höhle und Steine, auf der Oberfläche des Körpers vorkommen und durch bestimmte Töne in Schwingungen versetzt werden.

Bei den Hydroidquallen haben wir dagegen kuglige oder birnförmige, vorspringende, geschlossene Blasen, die einem wahrscheinlich als Nervenring [1]) zu deutenden Streifen aufsitzen; von dem

---

1) Claus (Zeitschr. für wiss. Zool. XIII. S. 440) glaubt die Deutung dieses Ringes als Nervenring um so entschiedener zurückweisen zu müssen,

an dieser Stelle meist angeschwollenen Ringe geht ein kugliger oder birnförmiger, sitzender oder gestielter Fortsatz in die Blase hinein (bei Cunina sie vollständig durchsetzend), und umfasst becherförmig eine wahrscheinlich aus $\dot{Ca}\ddot{C}$ bestehende Kugel. — Welche Spur von Aehnlichkeit nun zwischen diesen Randbläschen und dem Ohre der Krebse, ausser dass in letzterem auch bisweilen ein kugliges festeres Gebilde sich findet, das aber (nach Hensen) nie aus $\dot{Ca}\ddot{C}$ zu bestehen scheint? — Und selbst das Vorhandensein der von Hensen beschriebenen Haare zugegeben, würden diese so ungemein blassen und zarten Häärchen eines gallertartig weichen Thieres Steifigkeit und Elasticität genug besitzen können, um durch Schallwellen in regelmässige Schwingungen versetzt zu werden?

Noch geringer, wo möglich, ist die Aehnlichkeit zwischen den Randbläschen der Hydroidquallen und den Hörblasen mit schwingenden Steinchen, wie sie bei Mollusken und Rippenquallen vorkommen.

Wenn für die Deutung der Randbläschen als Ohren kein weiterer Grund vorzuliegen scheint, als die Aehnlichkeit, die sie beim ersten Anblick, aber nicht bei näherer Vergleichung mit dem Ohre einer Mysis, eines Leucifer, einer Schnecke haben, so ist wohl ge-

---

»als es sich hier nicht um einen Gegensatz von Ganglien und nach den einzelnen Organen ausstrahlenden Fasern handelt«. Claus scheint dabei übersehen zu haben, dass bei jener Deutung nicht nur auf Anschwellungen des Ringes Bezug genommen wurde, welche in ihrer Lage den allgemein als Sinneswerkzeuge betrachteten Randbläschen entsprechen, sondern auch auf zarte Stränge (Nerven?), die von den Anschwellungen nach dem Ursprung der Tentakel hin verfolgt wurden. »Der Ring ist absolut abgeschlossen, und was noch mehr sagt, bei den höher organisirten grossen Scheibenquallen überhaupt nicht nachzuweisen«, wie Claus weiter bemerkt. Darauf ist zu erwidern: 1) dass in diesem Falle die Grösse den Nachweis des Nervensystems nicht erleichtert, sondern erschwert; 2) dass wie bei den Rippenquallen, so auch bei den höheren Scheibenquallen das Nervensystem ganz wo anders liegen kann, als bei den Hydroidquallen; 3) dass wenn auch nicht bei den echten Scheibenquallen, so doch bei Tamoya ein unzweifelhafter, dem unbewaffneten Auge sichtbarer, Nerven aussendender Nervenring vorhanden ist. — Was die dem fraglichen Nervenring bei Liriope u. s. w. aufgelagerten Nesselzellen betrifft, auf deren Anwesenheit auch ich aufmerksam gemacht hatte, so können sie, wenn sie überhaupt bei der Frage in Betracht kommen, höchstens für, in keiner Weise gegen die Deutung als Nervenring sprechen; zum Fangen von Beute können sie an jenem Orte nicht dienen; hat ihre Anhäufung längs des Ringes irgend eine Bedeutung für das Thier, so kann es wohl nur die sein, ein wichtiges Organ, wie etwa einen Nervenring zu schützen. Hensen spricht sich bei Eucope für die Anwesenheit eines Nervensystems aus.

gen die Deutung als Augen nichts einzuwenden, als dass die in diesem Falle als Linsen anzusprechenden Theile aus Kalk bestehen. Dieser Grund würde nicht ohne Gewicht sein, wenn alle sonst in der Thierwelt der Brechung des Lichts dienenden linsenförmigen Gebilde gleiche chemische Zusammensetzung hätten. Das ist indessen nicht der Fall, die 4 grossen schönen Linsen von Ampelisca *Kr.* (Amphipod), und ebensowohl die Cornealinsen, wie sie Claus nennt, von Coryceus und anderen Copepoden bestehen aus Chitin, und aus Arragonit (nach brieflicher Mittheilung von Max Schultze) die Randkörper, der höheren Quallen, die nur als Augen gedeutet werden können, wenn die von Henry James-Clark gegebene Darstellung derselben [1]) richtig ist. Wie es bei den Hörsteinen, nach Hensen's Meinung nur auf »eine gewisse specifische Schwere« anzukommen scheint, so wird bei einer Linse ebenfalls weniger ihre chemische Zusammensetzung, als ihre Durchsichtigkeit, ihr Brechungsexponent und ihre Gestalt in Betracht kommen. Und wie Hensen von den Hörhaaren behauptet und nachweist, »dass wenn nur der Nerv, welchen man in sie eintreten sieht, sensibel ist, tiefe Töne durch sie zur Perception gebracht werden müssen« (a. a. O. S. 26), so wird man von den Hydroidquallen behaupten dürfen, dass wenn sie nur gegen Licht empfindlich sind, dieses durch die Randbläschen zur Wahrnehmung gebracht werden muss. Das Licht muss an der Oberfläche der Blase, es muss zum zweiten Male an der Oberfläche des Steines gebrochen werden; es muss auf das Ende des die Kugel umfassenden Stieles stärker wirken, als auf jede andere Stelle der Qualle.

Desterro, Januar 1865.

Erklärung der Abbildung.

Taf. VII, Fig. 4.

Randbläschen von Aglauropsis Agassizii *F. M.* Aus dem Grunde der Blase erhebt sich auf einem kurzen dünnen Stiele ein blasser, solider, birnförmiger Körper, der bis in die Mitte der Blase reicht, und in dessen Ende ein kugliger, starklichtbrechender, in Säuren unter Luftentwicklung löslicher Stein eingesenkt ist.

---

1) In Agassiz, Contribution etc. Vol. III, Pl. XI^b Fig. 16; Vol. IV. p. 41.

Injectionsmassen von Thiersch und W. Müller.

Professor Thiersch beschreibt in seinen Untersuchungen über den feineren Bau des Epithelialkrebses[1]) die Mischung der von ihm angewandten durchsichtigen Injectionsflüssigkeiten. Wir theilen dieselben auf ausdrückliche Erlaubniss des Herrn Verfassers hier mit. Es sind folgende: Eine Carminlösung von 1 Gewichtstheil Carmin, 1 Liqu. Ammoniaci caustici und 3 Wasser wird durch Papier filtrirt und einer Leimlösung zugesetzt, welche man aus 1 Gewichtstheil Leim (Gélatine lainé von Gehe & Comp. in Dresden) und 2 Wasser bereitet. Man nimmt 1 Gewichtstheil der Carminlösung und 3—4 Theile der Leimlösung und mischt bei 25° R. im Wasserbade. Zur Beseitigung des Ueberschusses von Ammoniak tröpfelt man Essigsäure unter fortwährendem Umrühren zu, bis der Geruch kein freies Ammoniak mehr verräth, bis ein mit Essigsäure benetzter Glasstab keine Nebel mehr zeigt und befeuchtetes Curcumapapier über die Masse gehalten sich nicht mehr bräunt. Man kann die Essigsäure der Carminlösung auch zusetzen, ehe man sie mit der Leimlösung vereinigt hat. Auch lässt sich der Ammoniaküberschuss durch vorsichtiges Verdunsten bei 25—30° R. beseitigen. Man spritzt die Masse bei einer Temperatur von 25—35° R. ein, und bringt den injicirten Theil unmittelbar nach beendigter Injection in Eiswasser, nach dem Abkühlen in Weingeist, um das Präparat zu erhärten. Bei sehr empfindlichen Objecten empfiehlt es sich, sie unmittelbar nach der Injection in Weingeist zu bringen, den man vorher in Eis abgekühlt hat.

Blaue Injectionsmasse: Man bereitet sich 1) eine Leimlösung, welche auf 2 Th. Wasser 1 Th. Leim enthält, 2) eine gesättigte Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul in Wasser, 3) eine ebensolche gesättigte Lösung von rothem Blutlaugensalz in Wasser, 4) eine gesättigte Lösung von Oxalsäure in Wasser. Nun werden 12 Cubikcentimeter der Eisenlösung mit 2 Loth Gelatinelösung bei 25° R. gemischt. In einem zweiten Gefäss mischt man bei gleicher Temperatur 24 Cubikcentim. der Blutlaugensalzlösung mit 4 Loth Gelatinelösung. Dieser letzteren Mischung setzt man zuerst 24 Centimeter der Oxalsäurelösung zu, rührt einige Mal mit dem Glasstab

1) Der Epithelialkrebs, namentlich der Haut. Leipzig 1865.

um, um dann sogleich die eisenhaltige Gelatine hinzuzufügen. Es findet nun unter fortwährendem Umrühren und bei einer Temperatur von 20—25° R. ein allmähliges Ausfällen der blauen Farbe statt, welche im status nascens von der Oxalsäure suspendirt wird. Da sich aber auch grössere Flocken bilden, so erhitzt man schliesslich im Wasserbad bis auf etwa 70° R. und filtrirt dann durch Flanell.

Eine transparente gelbe Injectionsmasse erhält man in folgender Weise: Man bereitet eine Lösung von Gelatine (1 Th. Leim auf 2 Th. Wasser), 2) eine Lösung von 1 Th. (neutralem) chromsaurem Kali in 11 Th. Wasser, 3) eine Lösung von 1 Th. salpetersaurem Bleioxyd auf 11 Th. Wasser. Nun mischt man 4 Th. Leimlösung mit 2 Th. Bleisalzlösung, in einem zweiten Gefässe 4 Th. Leimlösung und 1 Th. chromsaure Kalilösung. Beide Mischungen bringt man auf 25° R. und vermengt sie unter fortwährendem Umrühren, nach beendigter Ausfällung des Chrombleies erhitzt man im Wasserbad auf 70° R. und filtrirt durch Flanell. Diese vollkommen durchsichtige gelbe Injectionsmasse giebt in beliebigen Mengen mit der blauen gemengt transparente grüne Massen von verschiedenen Nüancen.

Auch für die Herstellung von Imbibitionspräparaten giebt Thiersch neue Vorschriften, welche hier folgen: »Man bereite sich zunächst eine ammoniakalische Carminlösung aus je 1 Gewichtsth. Carmin und Liqu. Ammoniaci caust. und 3 Th. destill. Wassers. Von dieser carminsauren Ammoniaklösung mischt man 1 Volumen mit 8 Volumen wässriger Oxalsäurelösung (1 : 22), dieser Mischung fügt man 12 Vol. absoluten Alcohol hinzu und filtrirt. Das Filtrat kann nach Belieben durch Zusatz von Oxalsäure dem Orangeroth, durch Zusatz von Ammoniak dem Violett genähert werden. Mit beiden Nüancen kann man färben. Fällt bei Zusatz von Oxalsäure eine Krystallisation von saurem oxalsaurem Ammoniak aus, so kann man diese durch einige Tropfen destillirten Wassers oder Liqu. Amm. caust. zur Lösung bringen, oder sie durch ein Filtrum abscheiden. Nimmt man die Flüssigkeit concentrirt, violette Nüance, so färbt sie eingelegte Schnitte in wenigen Augenblicken gleichmässig und intensiv, wobei die Zellen mehr Farbstoff anziehen als die übrigen Gewebsbestandtheile. Will man langsam färben, so verdünnt man die Flüssigkeit mit Weingeist von 70—80°; verdünnt man mit absolutem Alcohol, so fällt saures oxalsaures Ammoniak heraus, welches dann erst wieder gelöst und abgeschieden werden muss. Ist diffuse oder zu starke

Färbung entstanden, so legt man die Schnitte einige Minuten in eine Lösung von Oxalsäure in Alcohol, um sie aufzuhellen.« Die Flüssigkeit eignet sich gleich gut für Chromsäure- wie für Weingeistpräparate.

»Für durch Chromsäure entkalkte Knochen und für Knorpel eignet sich ganz besonders eine lilafarbige Carmintinctur. Borax 4 Th. werden in 56 Th. destillirt. Wassers gelöst, der Lösung wird 1 Th. Carmin zugefügt. 1 Volumen dieser Lösung wird mit 2 Vol. absolutem Alcohol vermischt und dann filtrirt. Diese Tinctur färbt etwas langsamer als die vorige. Zum Ausziehen überflüssigen Farbstoffes kann man sich der Oxalsäure oder auch der Borsäure in Weingeist gelöst bedienen.«

Blaue Imbibitionsflüssigkeit: »Man bereite eine gesättigte Lösung von käuflichem Indigocarmin (Indigoschwefelsaures Kali) in Oxalsäurelösung (1 : 22—30). Diese Flüssigkeit kann ebenfalls nach Belieben mit Weingeist verdünnt werden. Concentrirt färbt sie in wenigen Sekunden sehr intensiv. Der Farbstoff haftet mehr an den Kernen und Zellen als an den übrigen Bestandtheilen. Ueberschüssiger und diffuser Farbstoff kann mit weingeistiger Oxalsäurelösung wieder ausgezogen werden.«

Professor Wilhelm Müller, dem wir eine sehr genaue Arbeit über den feineren Bau der Milz, namentlich die Gefässverhältnisse der Milzen von Vertretern aller Wirbelthierklassen verdanken [1]), rühmt vor anderen, besonders wegen der unbedeutenden Diffusionsfähigkeit, sehr einfache blaue Injectionsmassen. Eine solche bereitet er durch Auflösen von 1 Th. Leim in 8 Th. einer »nicht zu concentrirten« Lösung des sogenannten löslichen Berliner Blau (dargestellt durch Fällung von Berliner Blau aus einer überschüssigen Lösung von Kaliumeisencyanür und Auswaschen des Niederschlages bis zur vollständigen Wiederauflösung). Eine kalt zu injicirende Masse bereitet Müller durch Ausfällen einer concentrirten Lösung des löslichen Berliner Blau mit 90 % Alcohol. Das Berliner Blau wird dabei in äusserster Feinheit gefällt und setzt sich erst nach längerer Zeit ab; die Flüssigkeit ist vollkommen neutral und die Bereitung eine viel einfachere, als die der nach Beale und Richardson gemischten blauen Massen.

1) Ueber den feineren Bau der Milz. Leipzig u. Heidelberg 1865.

Beobachtungen über den Bau des Säugethier-Eierstockes.

Von

Prof. **Wilhelm His** in Basel.

Hierzu Taf. VIII—XI.

Die letzten paar Jahre haben eine grössere Zahl von Arbeiten über den Bau des Eierstocks gebracht und einige davon enthalten das Resultat sehr einlässlicher, durch Jahre hindurch fortgeführter Studien; hiernach bedarf es beinahe der Entschuldigung, wenn ich mir erlaube die vorhandenen Publicationen um eine neue zu vermehren, zumal da diese nur in sparsamen Mussestunden zusammengestellt werden konnte. Die aus den bisherigen Arbeiten hervorgegangene so persönlich gewordene Polemik würde mich auch kaum eingeladen haben, den Eierstock zu bearbeiten, wenn ich nicht im verflossenen Herbst bei Bereitung von Vorlesungspräparaten auf einige Beziehungen im Verhalten der Gefässe aufmerksam geworden wäre, die in den bisherigen Diskussionen weniger Beachtung gefunden hatten. Die Verfolgung des Gegenstandes führte mich weiter, als ich Anfangs voraussehen konnte, und so ist die nachfolgende Mittheilung entstanden, welche weder den Anspruch macht, lauter Neues zu bringen, noch denjenigen, erschöpfend zu sein, von der ich indess doch hoffe, dass sie Einiges zur Ordnung der Begriffe beitragen möge. Ich habe mich darin bemüht, neben der Entwicklung des Follikelinhalts, welche in den neueren Arbeiten von Schrön, Grohé, Gegenbaur, Klebs u. A. in den Vordergrund getreten ist und welche vor allem durch Pflüger eine so gründliche und umfassende Bearbeitung erfahren hat, auch die selbstständigen Vegetationsvorgänge am Stroma, sowie die Bildungs- und Rückbildungsvorgänge an den Gefässen zur Geltung zu bringen, da diese für das richtige Ver-

ständniss des Eierstocksbaues und Eierstockslebens von nicht geringem Belang sind.

Von meinen Beobachtungen fällt der reichlichste Theil auf den reifen Eierstock der Kuh und auf dessen gelbe Körper. Den Eierstock der Katze, auf dessen klassischen Bau Schrön und Pflüger aufmerksam gemacht haben, habe ich gleichfalls in den Bereich meiner Untersuchung gezogen, und ich war im Stande, daran die eigenthümliche Bildungsweise der Membrana folliculi etwas bestimmter festzustellen; ebenso habe ich einige Beobachtungen über den Bau des menschlichen Fötuseierstocks angestellt und ich schicke diese letztere als Einleitung voraus, weil die schon von früheren Beobachtern [1]) hier hervorgehobene typische Einfachheit des Baues den Schlüssel für das Verständniss späterer complicirterer Verhältnisse abgiebt und weil zugleich meine, nach einer abgeänderten Methode erhaltenen Resultate eine ganz brauchbare Controlle für die Pflüger'schen Angaben liefern. Die am Fötuseierstocke verfolgbaren Principien des Baues und Wachsthumes haben mich weiterhin zum Studium der noch wenig bekannten, frühesten Bildungsgeschichte der Sexualdrüsen geleitet, die von nicht unbedeutendem allgemeinen Interesse ist.

Eierstock des menschlichen Fötus.

Beim Fötus aus der 2ten Schwangerschaftshälfte bildet der Eierstock ein längliches an seinem innern Ende etwas verdicktes, oft auch eingekerbtes Organ mit scharfer hinterer Kante. Der Hilus ist tief eingeschnitten, und an die gefässzuführende Mesovarialplatte legen sich zwei ausgeprägte Parenchymlippen an, von denen die eine obere um ein beträchtliches länger ist als die andere. Werden die beiden Lippen auseinandergeklappt, so bildet das eigentliche Parenchym, wie schon Henle recht anschaulich geschildert hat [2]), eine geknickte Platte, an deren Innenseite als 2te Platte das gefässzuführende Hilusstroma sich anlegt (vergl. Taf. IX. Fig. 1). Parenchym und Hilusstroma sind scharf von einander geschieden und das letztere wird, mit Ausnahme natürlich vom Eintrittsrand der Gefässe ringsherum vom Parenchym bedeckt.

Das Parenchym zeigt sich bis zu seiner inneren Grenze hin von Ei- und Follikelanlagen durchsetzt und zwar in einer Gruppirung, ähnlich derjenigen der Knorpelzellen im wachsenden Knorpel

1) Grohé Virchow's Archiv Bd. XXVI.

2) Henle Handb. d. system. Anatomie, II. 480.

einer Epiphyse. An der Peripherie nämlich des Eierstockes liegen die Eianlagen in dicht gedrängten Haufen beisammen, welche je durch schmale Substanzstreifen von einander geschieden sind, während zwischen die Zellen der einzelnen Gruppen Nichts sich eindrängt. In einiger Entfernung von der Oberfläche finden sich an der Stelle der Zellenhaufen vereinzelt stehende Follikelanlagen, Anfangs noch dichter beisammenstehend, gegen den Hilus hin jedoch durch breitere Substanzbrücken geschieden.

Die Zellengruppen der Rinde hängen unter einander zusammen, wie man leicht an Flächenschnitten sieht. Pinselt man einen Querschnitt aus, so fallen jene aus ihren Fächern heraus und es bleibt das trennende Gerüst allein zurück, während die durch das Auswaschen frei gemachten Zellenzapfen in grösseren und kleineren Fragmenten umherschwimmen, das Balkengerüst aber umschliesst keineswegs etwa geschlossene Fächer, sondern Räume, welche nach allen Richtungen mit einander communiciren. Schon in geringer Entfernung vom Rande, nämlich da, wo die Follikelanlagen anfangen von einander sich zu scheiden, lässt sich durch Pinseln das Stroma nur mehr unvollständig isoliren, einzelne Follikelanlagen zwar lassen sich aus dem Schnitt entfernen, allein da an die Stelle der zusammenhängenden Maschenräume isolirte Fächer getreten sind, so bleibt die Befreiung des Stromagerüstes von seinem Inhalt nur eine unvollkommene, um so unvollkommener natürlich je weiter die Follikelanlagen auseinander rücken, je mehr das Stroma über sie das Uebergewicht bekommt.

Die Zellen, welche den Inhalt der peripherischen Maschenräume bilden, besitzen einen Durchmesser von $\frac{5-8}{1000}'''$, sie liegen dicht gedrängt beisammen, vielfach polygonale Formen annehmend (Fig. 2. a); der Kern in ihnen ist unverhältnissmässig gross $\frac{4-5}{1000}'''$, kugelrund, mit einfachem oder doppeltem grossen Kernkörper, und ist nur von einem schmalen Streif körniger Substanz umfasst. — In den innern Lagen des Parenchyms zeigen die Follikelanlagen die bekannten Bestandtheile, eine grössere Zelle, die Eizelle mit bläschenförmigem Kern und grossem Kernkörper und um sie herum als Anlage der Membrana granulosa eine Zellenschicht. Die Zellen dieser Schicht sind in die körnige Masse der Eizelle wie eingedrückt und von ihr noch durch keine Zona geschieden. Vom Stroma dagegen setzen sie sich scharf ab, und wäscht man sie aus ihrem Fach her-

aus, so zeigt sich letzteres von einer, mit dem übrigen Gewebe verwachsenen dünnen structurlosen Haut umsäumt.

Wie man sieht, stimmen die eben mitgetheilten Schilderungen mit den neueren Beobachtungen von Pflüger, Schrön und Grohé [1]) nicht allein darin überein, dass sie die jüngsten Zustände der Follikelanlagen in die äusserste Peripherie, die reifen in die innern Lagen des Parenchyms verlegen, sondern sie geben auch in den Hauptpunkten die Bestätigung für die Valentin-Pflüger'sche, neuerdings auch von Spiegelberg unterstützte Darstellung der Follikelbildung. Sehen wir nämlich in der Pflüger'schen Darstellung von gewissem feinerem Detail, sowie von einigen theoretisirenden Beigaben ab, so bleibt als wesentlicher Kern der, dass die Bildung der Eier aus gemeinsamen zelligen Anlagen erfolgt, welche dicht unter der Oberfläche des Eierstocks als grössere zusammenhängende Gruppen auftreten und dass erst durch secundäre Abschnürung aus diesen Zell-Gruppen die Follikel entstehen, welche die innere Parthie des Parenchyms einnehmen. Bei der jungen Katze konnte Pflüger eine gemeinsame Membrana propria um die noch ungeschiedenen Eianlagen der Rinde nachweisen, und er bezeichnet daher auch diese letzteren als Eischläuche, beim Kalb gelang ihm der Nachweis einer structurlosen Membran um die zusammenhängenden Follikelanlagen nicht [2]). Durch Zerzupfen der frischen Ovarien 14tägiger Kätzchen vermochte ich ohne Mühe mich von der Richtigkeit der Pflüger'schen Angaben zu überzeugen, dagegen gelang mir an meinen Präparaten von menschlichen Fötusovarien in der äussersten Rinde der Nachweis vom Vorhandensein einer structurlosen Haut um die ungeschiedenen Follikelanlagen herum nicht; erst in den innern Parenchymschichten finden sich, wie oben erwähnt, die Andeutungen einer solchen Membran als Begränzung der bereits geschiedenen Follikelanlagen. Offenbar kann auf das Vorhandensein oder Fehlen dieser Membranen kein besonderes Gewicht gelegt werden, denn auch von anderwärts weiss man, dass die structurlosen Häute secundäre Bildungen sind, und selbst in den absondernden Drüsen sind sie längst kein nothwendiges Desiderat mehr. Insofern also scheint auch die von Pflüger adoptirte Bezeichnung von Ei-

---

1) Pflüger über die Eierstöcke der Säugethiere u. des Menschen. Leipz. 1863. O. Schrön in Siebold u. Kölliker's Zeitschr. Bd. XII. Grohé l. c.

2) l. c. p. 11.

schläuschen nicht unverfänglich zu sein, da sie leicht zu Missdeutungen Anlass giebt.

Um nun den Prozess der Follikelscheidung zu verstehen, ist es nothwendig, dem Stroma einige Aufmerksamkeit zuzuwenden. Wie die Follikelanlage selbst, so zeigt auch dieses in verschiedenen Tiefen des Organs verschiedene Entwickelung und das Rayon seines Hauptwachsthums fällt an die Peripherie des Eierstocks. Untersucht man nämlich feine ausgepinselte Schnitte der Peripherie, so findet man die interfollikulären Balken aus einem blassen Gewebe gebildet, das ausser aus bereits vorhandenen Gefässen nur aus reichlichen Massen grosskerniger Spindelzellen zu bestehen scheint; es zeigen die Balken die grösste Uebereinstimmung mit den aus verbundenen Spindelzellen bestehenden Gefässanlagen, wie sie von der entzündeten Hornhaut, sowie von andern pathologischen und normalen Theilen her bekannt sind (vergl. Fig. 2). Zwischen den stärkeren Balken des Gerüstes spannen sich auch feinere aus, häufig nur aus einem dünnen mit einer Zelle des Balkens in Verbindung stehenden Faden bestehend; hie und da sieht man auch einzelne Ausläufer von dem einen Balken ein kleines Stück weit sich entfernen, ohne zu einem andern hinzutreten. — In den tieferen Lagen des Parenchyms zeigt das Stroma die Charactere eines ausgebildetern Gewebes (Fig. 3); die Gefässe im Innern der Balken zeigen ihre deutlich geschiedene Haut; das Gewebe, das sie umhüllt, ist zwar noch immer reich an Spindelzellen, indess besteht es nicht mehr ausschliesslich aus diesem, sondern zwischen sie hat sich eine, in Fibrillen zerklüftete Grundsubstanz eingeschoben. Was die Verbreitung der Blutgefässe im Organ betrifft, so giebt die Abbildung Fig. 1 davon am besten eine Vorstellung; noch im Hilusstroma geschieht die grössere Verzweigung der zuführenden, bereits reichlich sich schlängelnden Arterien und der Venen; beide sind noch durch ein reichliches Zwischengewebe zusammengehalten, in welchem auch Lymphgefässdurchschnitte nicht fehlen. Von dem Hilusstroma strahlen die Gefässstämmchen in das Parenchym ein, in welchem sie dichte Netze bilden und bis nahe unter die Oberfläche vordringen.

Wie die Eianlagen an der Peripherie des Eierstocks immer neu fortsprossen, so wächst auch das Stroma von Innen nach Aussen hin, und man sieht leicht ein, dass die Abschnürung der Follikel in der genauesten Beziehung zu den Vegetationsvorgängen des Stroma selbst und zur Neubildung von Gefässen steht. Sie erfolgt

nämlich dadurch, dass zwischen die Zellen der Eistränge Brücken von Spindelzellen sich einschieben, welche Anfangs dünn sind, später aber breiter werden und sich vaskularisiren.

Woher stammen nun die Zellen der Membrana granulosa, die sofort nach Abschluss des Follikels das Ei umgeben? Es sind zwei Möglichkeiten vorhanden, entweder nämlich gehen sie aus den Gebilden der noch ungeschiedenen Eizellstränge selbst hervor, oder aber sie stammen von den Spindelzellen des umgebenden Stroma. Letzterer Möglichkeit könnte man desshalb versucht sein sich zuzuwenden, weil die gebogenen Belegzellen, so lange sie noch in geringer Zahl das Ei umgeben, in der Profilansicht allerdings mit den angränzenden Spindeln eine gewisse oberflächliche Aehnlichkeit darbieten können; nichts destoweniger scheint eine derartige Aufstellung nicht begründbar. Die Zellen, welche das Ei frisch abgeschnürter Follikel umgeben, stimmen in ihrer Grösse und ihren physikalischen Characteren mit den kleinen Zellformen der ungeschiedenen Eizellstränge völlig überein und gerade die Isolationspräparate von den Ovarien junger Katzen zeigen, dass lange vor der Follikelabschnürung schon eine Epithelialbildung von den eigentlichen Eiern sich gesondert hat. Nach den Untersuchungen von Pflüger, der gerade diesem Punkt genauere Aufmerksamkeit geschenkt hat, geht die Membrana granulosa aus einer kleinzelligen Bildung hervor, die Anfangs nur am Grund seiner Eischläuche liegt und die unter Umständen Cylinderform annehmen kann. Meine Präparate menschlicher Eierstöcke, die alle schon seit längerer Zeit in chromsaurem Kali oder Alkohol gelegen hatten, waren nicht geeignet diesen Punkt schärfer zu verfolgen.

Wenn man die beiderseitigen Bildungen im Ovarialparenchym, die Eizellstränge und ihre Produkte einerseits, und das Stromagerüst andererseits übersieht und deren Vegetationsverhältnisse verfolgt, so kann man sich kaum der Vorstellung erwehren, man habe es mit zwei, schon in ihrer ersten Anlage differenten Bildungen zu thun. Die Analogie drängt unmittelbar zum Vergleich mit den Darm- und den Hautdrüsen und deren Entstehungsgeschichte. Wie in diesen das eigentliche Drüsenparenchym aus den spezifisch epithelialen Keimblättern, dem Horn- und dem Darmdrüsenblatte stammt, und wie es von diesen Blättern aus in das, vom mittleren Keimblatt gelieferte gefässtragende Bindegewebsgerüst hineinwächst, so scheint es, müssen auch die Zellstränge des Ovariums aus einer anderen

Quelle stammen, als das Gefässgerüst, von dem sie allmählig umwachsen werden.

Der Gedanke, den Follikelanlagen einen andern Ursprung anzuweisen, als dem Stroma, ist nicht neu; so hat Pflüger versucht, dieselben von Wucherungen des Peritonäalepithel abzuleiten, dabei lässt er das Peritonäum, sowie alle serösen Häute nur aus einer Epithelschicht bestehen und erklärt sie für »Drüsen«. (Auf die Discussion dieses letzteren jedenfalls nur einseitig formulirten Gedankens, muss ich mir versagen, hier einzugehen, ich werde vielleicht bei einem andern Anlass einmal die Gelegenheit ergreifen denselben zu besprechen.)

Noch lange vor Pflüger[1]) hat Huschke in einer total andern Weise versucht, den Parallelismus zwischen den acinösen Drüsen und dem Eierstocke herzustellen. Huschke nämlich lässt geradezu den Follikelinhalt aus dem Epithel des Eileiter entstehen. In seiner Bearbeitung der Sömmering'schen Eingeweidelehre sagte er[2]): »Die Graafschen Follikel sind geschlossene Acini ohne Secretions-Kanäle im Erwachsenen und schon sehr früh beim Fötus; ihre Höhle hängt aber wahrscheinlich in noch sehr früher Zeit mit der Röhre der Trompeten zusammen, schnüret sich jedoch bald ab und ist während dem grösseren Theil des Lebens vollkommen geschlossen. Auch ist durch J. Fr. Meckel erwiesen, dass die Trompete beim früheren Embryo den Eierstock noch umfasst, d. h. dass jener Ausführungsgang sich noch nicht von den Drüsen gelöst hat; ich glaube daher nicht zu irren, wenn ich alle drei obigen in einander geschachtelten Bläschen (Eikapsel, Ei und Eibläschen), mit dem Namen: Acinus des Ovariums belege.«

Eine Entscheidung über die anfänglichen Beziehungen zwischen drüsigem Ovarialantheil und zwischen Stroma kann natürlich bloss auf dem Wege entwicklungsgeschichtlichen Studiums gewonnen werden und diesen Weg wollen wir im Nachfolgenden zu verfolgen suchen. Die jüngsten menschlichen Embryonen, deren Ovarien ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, stammten aus der 11. bis 12. Woche und waren in Weingeist gehärtet. In dieser Zeit verbindet ein flacher Stiel den Eierstock mit dem Wolff'schen Körper; Bindesubstanz und Gefässe des Ersteren gehen unmittelbar aus dem Stroma

1) Pflüger l. c. p. 30 u. f.

2) Huschke Eingeweidelehre p. 450 s. auch die Note.

des Letzteren hervor, dieses aber ist im Gegensatz gegen früher bereits sehr mächtig entwickelt. Einzelne Kanäle des Wolff'schen Körpers treten unmittelbar bis in den Stiel der Sexualdrüse ein; das Hilusstroma ist im Ovarium noch ziemlich sparsam, die Parenchymrinde, welche dasselbe umgiebt, hat einen Durchmesser von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{2}{5}$ Mm. und besteht bis in ihren innern Theil aus länglichen, zur Oberfläche senkrecht gestellten Nestern von Zellen mit grossem bläschenförmigen Kern, welche durch schmale Substanzbrücken von einander geschieden sind. Es finden sich somit zu der Zeit auch in den innersten Schichten des Parenchyms nirgends geschiedene Follikel; das ganze Parenchym hat einen Character, wie ihn in späterer Zeit nur noch die äusserste Rinde behält; vom Vorhandensein von Schlauchmembranen um die Zellennester herum konnte ich mich auch zu dieser Periode nicht überzeugen.

Noch jüngere Entwicklungsstadien als das eben betrachtete habe ich an kleinen $\frac{1}{3}$ bis 1zölligen Säugethierembryonen und an Hühnchen vom 4. bis 10. Bebrütungstag verfolgt. Hier sind es wiederum die Urnieren von denen wir ausgehen müssen. Von diesen eigenthümlichen Organen ist bekanntlich Anfangs nur ein einfacher, von den Mittelplatten umschlossener Gang vorhanden, der weiterhin seitliche Sprossen treibt, welche mannigfach sich winden und so zur Bildung eines voluminösen, jederseits der hintern Rumpfwand anliegenden Körpers führen. Auf dem Querschnitt erscheint nach Ausbildung der Kanälchen jede Urniere als ein annähernd 4seitiger Körper, von dessen beiden Breitseiten die innere der Wurzel des Gekröses dicht anliegt, während die äussere der äusseren Leibeswand zugekehrt ist; von dieser letzten Seite tritt als kleiner Vorsprung der Querschnitt des Müller'schen Ganges hervor, welcher von einem breiten Stromaring umgeben, und dadurch auch vom eigentlichen Urnierengewebe abgesetzt ist. Von den beiden Schmalseiten der Urniere sieht die eine nach vorn und berührt die Baucheingeweide, vor Allem die Leber, wogegen die andere, nach hinten gekehrt, die Verbindung mit der Rumpfwand herstellt und die Aorta nach innen von sich lässt (vergl. Taf. XI. Fig. I und II). Von letzterer ausgehend entwickeln sich nun die Malpighischen Knäuel der Urniere; ihre ersten Anlagen sieht man nämlich jederseits nach aussen von der Aorta und vor den Aa. intervertebrales auftreten, entwickeltere Formen treten in die Basis des Wolff'schen Körpers selbst ein und lagern sich in kleinen Gruppen an dessen Innenseite,

nur vereinzelt wenden sie sich auch um die Basis des Wolff'schen Körpers herum, an dessen Aussenseite. Anfangs bleiben die Malpighischen Knäuel von den Kanälen völlig getrennt, ja es schiebt sich sogar ein leerer Zwischenraum zwischen sie und jene; weiterhin aber treten sie, wie dies schon von früheren Beobachtern geschildert worden ist, mit diesen in genauere Beziehung, indem jeder Knäuel in das Lumen eines Kanals sich eindrängt, dessen Wand vor sich herschiebend und allmählig verdünnend. Das Stroma zwischen den gewundenen Kanälen ist Anfangs äusserst sparsam, nimmt aber später bedeutend zu. Die Sexualdrüse entwickelt sich nun bekanntlich aus der Innenseite der Wolff'schen Körper, also an der Seite, wo von Anfang an die Malpighischen Knäuel ihre Stellung genommen haben. Was ich von ihrer Bildung verfolgen konnte, ist folgendes: An der Stelle, wo die Sexualdrüse auftritt, findet sich ein mächtiger Knäuel, der auch in seinem Gewebe etwas dichter gebaut scheint als die übrigen. Dieser Knäuel tritt bald über die Oberfläche der übrigen Urniere hervor, und schnürt sich von derselben ähnlich einem gestielten Polypen ab. An seiner, dem Mesenterium zugekehrten Fläche wird derselbe spangenartig umgeben von einem plattgedrückten Kanal, dessen Innen- und Aussenwand von dunkeln Zellen, ähnlich denen der Urniergänge, und völlig verschieden von denen des Stroma gebildet wird. Der Kanal besitzt Anfangs stets deutlich doppelte Begränzung, und an bestimmten Stellen sieht man die Umbiegung der äussern Zellenlage in die innere (vergl. Taf. XI. Fig. II). Später ändert sich das Bild etwas, der innere Gefässknäuel entwickelt sich zu einem mehr strahligen Gefässgerüste mit einzelnen stärkeren Stämmchen. Von den umgebenden dunkleren Zellenschichten bleibt die äussere für sich bestehen und durch einen durchsichtigen Zwischenraum von dem innern Drüsenabschnitte getrennt, die innere Zellenlage dagegen verliert mehr und mehr an deutlicher Abgränzung, was einestheils davon herrührt, dass ihre Bestandtheile weniger jenes charakteristische dunkle Ansehen behalten, welches diejenigen der Aussenlage haben und dass anderntheils der Gefässknäuel, über den sie sich mehr gleichförmig auszubreiten scheinen, durch grösseren Kernreichthum undurchsichtig wird. Noch später, da beim Hühnchen die Ovarien vor den Hoden bereits deutlich durch ihre beiderseits ungleiche Grösse sich unterscheiden, findet man zwar immer noch den leeren Zwischenraum zwischen dem Innentheil und der äusseren Zellenschicht, dagegen ist die Umgränzung dieser letzteren

weniger scharf geworden, sie ist an verschiedenen Stellen ungleich dick und am Innentheil drängen gegen dieselbe dünne Stromafortsätze an, welche eine Scheidung der Drüsenrinde in Fächer einleiten; erst nachträglich scheinen sich dann die so gebildeten Fachräume durch Wucherung der äusseren Zellen völlig mit Inhalt zu füllen.

Die eben mitgetheilten Beobachtungen lassen kaum einen andern Schluss zu, als dass das Parenchym der Sexualdrüsen wirklich aus Wolff'schen Kanälen entsteht, während die Hülle der frühern Umgränzung eines Theiles des Wolff'schen Körpers entspricht, und das Hilusstroma mit seinen Gefässen aus einem Malpighischen Knäuel entsteht. In der ersten Anlage gestaltet sich das Verhältniss von Knäuel und Kanälen ähnlich wie in den Urnieren selbst. Jener treibt diese spangenartig vor sich her und kommt nun zunächst in Berührung mit der einen Wand, welche blasser wird und sich abplattet, während die abgekehrte Wand stärker sich entwickelt. Aus letzterer gehen durch Wucherung die Stränge der Eizellen hervor. Ob die Epithelzellen des Primitivfollikels auch aus ihr sich bilden, oder ob sie aus den blassen Zellen der tieferen Lage (der anfänglich inneren Kanalwand) hervorgehen, vermag ich zunächst nicht zu sagen; die Beobachtung Pflüger's, wonach die Epithelzellen seiner Eischläuche Anfangs nur in deren tiefstem Theil vorhanden sind, und erst von da aus weiter zur Oberfläche vordringen, spricht jedenfalls für die letztere von diesen Möglichkeiten.

Woher stammt nun aber der Urnierengang selbst? Remak und nach ihm Kölliker [1]) lassen ihn aus dem mittleren Keimblatt entstehen, und zwar zu der Zeit, da sich die Seitenplatten von den Urwirbeln scheiden; er liegt von Anfang an zwischen und über diesen beiden Gebilden und dicht unter dem Hornblatt. Allerdings sind beide Autoren von dem Ergebniss ihrer Beobachtung theoretisch nicht befriedigt, sie erklären aber das Resultat der Beobachtung für unanfechtbar. Als mir in der Verfolgung der späteren Entwicklungsverhältnisse der Gegensatz entgegentrat, in welchem eigentliches Parenchym und Stroma des Eierstocks fortwährend zu einander stehen, musste ich natürlich begierig sein, auch meinerseits die Remak'sche Angabe nachzuprüfen und gleich bei Durchmusterung meiner

1) Remak Untersuchungen über Entwicklung der Wirbelthiere pag. 102. Kölliker Entwicklungsgeschichte. p. 111.

vorräthigen Embryonaldurchschnitte war ich so glücklich einen zu finden, der mir den, wie ich glaube, richtigen Schlüssel zur Deutung des Verhältnisses an die Hand gab. Ich habe diesen Schnitt Taf XI. Fig. III A abgebildet; er stammt vom hintern Leibesende eines Hühnerembryo vom zweiten Tag. Neben der weit offenen Medullarplatte findet sich eine tiefe und neben ihr eine zweite bedeutend seichtere Einbuchtung des obern Keimblattes, beide Falten drängen sich in das unterliegende mittlere Keimblatt ein. Dieselben erscheinen dicker als das eigentliche Hornblatt, obwohl lange nicht so dick als die Medullarplatte selbst; an dem fraglichen Präparate sind im mittleren Keimblatt die Urwirbel von den Seitenplatten noch nicht geschieden, wohl aber hat die Spaltung der letzteren bereits begonnen. Es entspricht die Stelle der innern, der Medullarplatte zugewendeten Falte genau der Gränzstelle zwischen der Urwirbel- und der Seitenplattenabtheilung, also genau der Stelle, an welcher man bald nachher den Urnierengang dicht unter der Hornplatte liegen sieht (man vergl. die beigegebene Abbildung mit Fig. 19 von Kölliker). Nachdem ich obiges Bild einmal erhalten, suchte ich mich natürlich von der Constanz desselben zu überzeugen und ich habe in der That an allen Durchschnitten von Embryonen mit noch offenem Medullarrohr neben der Medullarplatte eine tiefe Falte wiedergefunden, die ich sonach nicht anstehe für das Primitivgebilde des Urnierenganges zu halten. Taf. XI. Fig. III (B—D) giebt verschiedene solche Bilder; in B ist die Urnierenfalte unter die Medullarplatte hinunter gerückt, was vielleicht nur Folge des Schnittes ist, in C dagegen überzeugt man sich wiederum von ihrer Lage zwischen Urwirbel und Seitenplatte. Was die zweite im Präparat A geschilderte und gezeichnete Falte S f betrifft, so möchte diese vielleicht als das Urgebilde des von Remak an der betreffenden Stelle gesehenen Geschlechtsganges sein. Es ergiebt sich, wie ich glaube, aus obiger Beobachtung der Schluss, dass die Urnieren- und wohl auch die Geschlechtsgänge nicht aus dem mittleren Keimblatt entstehen, sondern aus dem obersten sich abschnüren und zwar zu derselben Zeit, da der Schluss des Medullarrohres sich einleitet. Nächstdem, dass durch dies Ergebniss die von Remak so weit geförderte Lehre von der Drüsenbildung noch bedeutend an Einheit gewinnt, erklärt sich auch noch verschiedenes Andere. Zunächst die merkwürdige Reise, welche Urnieren- und Geschlechtsgang zwischen Urwirbeln und Seitenplatten durchmachen, um schliesslich von den Mittelplatten umwachsen zu werden. Diese Reise bleibt völlig un-

verständlich, so lange man die Urnierengänge, wie die Mittelplatten selbst vom mittleren Keimblatt ableitet. Vor Allem aber erklärt sich auch die Möglichkeit eines pathologischen Vorkommnisses, nämlich desjenigen von Dermoidgeschwülsten im Eierstocke. Die Bildung von Haaren, Zähnen, Epidermis und ihren Drüsen aus blossen Gebilden des mittleren Keimblattes ist so unwahrscheinlich, dass diese Thatsache allein schon hätte darauf hinleiten müssen, nochmals die Entwickelungsgeschichte des Ovariums zu revidiren. Es ist jedenfalls von Interesse zu sehen, dass alle Abschnitte des oberen Keimblattes unter Umständen Epidermoidalgebilde in sich entwickeln können, denn auch vom Gehirn sind solche in vollständiger Ausbildung bekannt geworden. Auch ein anderes Verhältniss ist sehr beachtenswerth, auf das ich durch Kussmaul aufmerksam worden bin: das Verhältniss nämlich dass die Anlage der Dermoidgebilde des Eierstocks in eine sehr frühe Zeit hinaufreicht [1]).

Eierstock der Katze.

Der Katzeneierstock ist neuerdings bekanntlich gleichzeitig von Schrön und von Pflüger bearbeitet worden. Ersterer Beobachter hat hauptsächlich an gefärbten und in Canadabalsam eingekitteten Durchschnitten seine Studien gemacht; wogegen sich Pflüger zu seinen Untersuchungen vorzugsweise der Isolationsmethode bediente. Die Mittheilungen beider Forscher, soweit sie sich nicht unmittelbar decken, ergänzen sich in ganz erfreulicher Weise. Während die Schrön'sche Arbeit mit ihren vorzüglichen Zeichnungen geeignet ist, die allgemeine Orientirung über Lagerung und relative Grössenverhältnisse der Follikel, Ausdehnung des Stroma und Ausbreitung der Blutgefässe zu gewähren, so giebt die Pflüger'sche die genauere Entwickelungsgeschichte des Inhaltes der Follikel.

---

1) Vergl. u. A. Rud. Maier Virchow's Archiv. Bd.XX p. 535.

2) Kussmaul Würzburger medic. Zeitschrift. Bd. III. p. 329. Es war mir sehr erfreulich, in dem kürzlich erschienenen schönen Werke von Thiersch zu finden, dass dieser Forscher ähnliche embryologische Gesichtspunkte, wie ich sie oben hervorgehoben, in einem anderen Gebiete der Neubildungen, in dem der Epithelialkrebse zur Geltung gebracht hat. Die Bindegewebszelle kann unstreitig zu sehr vielem werden, aber Alles darf man denn doch nicht von ihr verlangen; als Abkömmling des mittleren Keimblattes kann sie nur solche Theile produciren, die auch im Lauf normaler Entwickelung aus jenem hervorgehen. Thiersch, der Epithelialkrebs Leipz. 1865. p. 58 u. 61.

Ich knüpfe an an die Schrön'sche Abbildung Taf. XXXIV, von deren Naturwahrheit in den allgemeinen Verhältnissen ich mich an eigenen injicirten Präparaten vielfach überzeugt habe. Vergleicht man die fragliche Zeichnung mit unserer Figur 1 vom Fötus-Eierstock, so wird man die Uebereinstimmung nicht verkennen. Den innern Theil des Organes nimmt das Hilusstroma mit den grössern Gefässverzweigungen ein, während das Parenchym in einem relativ schmalen Streif um jenes herum gelagert ist. Hilusstroma und Parenchym scheiden sich auch hier ziemlich scharf von einander. Unregelmässigkeiten der Gränzlinie entstehen zunächst nur dadurch, dass von den stärker ausgewachsenen Follikeln, welche die innere Parenchymgränze als fortlaufende Kette umsäumen, einige etwas mehr, andere etwas weniger gegen das Hilusstroma sich eindrängen.

Im Parenchym selbst finden sich die jüngsten Follikelformen dicht unter der Albuginea, d. h. unter einer Lage gefässlosen Gewebes, dessen Faserrichtung der Oberfläche des Eierstocks parallel verläuft. Die reifern Formen der Follikel liegen nach einwärts und auch da, wo grössere Follikel gegen die Organ-Oberfläche andrängen, erscheint zwischen sie und die Albuginea ein Keil der Schrön'schen Cortikalzellenzone eingeschoben. Die Verzweigung der gröbern Gefässe geschieht, wie bereits erwähnt, im Hilusstroma, von da aus treten reiche Büschel zwischen den innern Follikeln durch gegen die Peripherie; Seitenzweige der Büschel versorgen die Follikel selbst, die Fortsetzung derselben aber dringt bis zur Zone der Cortikalzellen und biegt zum grossen Theil vor dieser Zone schlingenförmig um. Schrön lässt die Cortikalzone völlig gefässlos sein, dies ist indess zu viel gesagt, sie ist zwar sehr gefässarm, aber gleichwohl lassen sich vereinzelte, sehr dünne Reiser in jene Zone hinein bis dicht unter die Albuginea verfolgen, in der Albuginea selbst fehlen sie indess völlig. Die Lymphgefässe zeigen sich im Hilusstroma als grössere Lücken, ich habe sie hier und im Parenchym selbst, auch bei der Katze injicirt, verspare indess die bezügliche Schilderung zur Besprechung des Kuhovariums, an welchem mir in der Hinsicht weit zahlreichere Erfahrungen zu Gebote stehen.

Die Eizellen der Rindenschicht habe ich an den von mir untersuchten Thieren (in den Monaten November bis Januar) in Gruppen beisammen liegend gefunden, innerhalb jeder Gruppe aber schob sich zwischen je zwei benachbarte Eier ein dünner Stroma-Fortsatz. An sehr dünnen Schnitten gelang es mir durch Pinseln oder durch

Schütteln in einem Reagenzglas stellenweise das peripherische Parenchymstroma von seinen Einlagerungen zu befreien, und ich konnte mich alsdann leicht überzeugen, dass im Allgemeinen jede Eizelle ihr eigenes Fach besass; nur hie und da sah ich zwei Eier in einem gemeinsamen Fache liegen[1]; die Zwischenbrücken bestanden aus dichtgedrängten Spindelzellen mit grossen ovalen Kernen, die durch keine oder doch jedenfalls nur durch äusserst sparsame Zwischensubstanz zusammengehalten waren. Eizellen ohne umgebende Membrana granulosa, wie sie Schrön schildert, sah ich auch in den äussersten Schichten niemals, und ich glaube, dass hier eine Täuschung zu Grunde liegt. Die das Ei umgebenden Zellen können nämlich desshalb leicht übersehen werden, weil sie, wie die Eizellen selbst, von eingesprengten Fetttröpfchen stark körnig sind und daher optisch von jenen sich nicht leicht differenziren, bringt man aber die Schnitte auf einige Zeit in Chloroform (oder Aether), so löst sich der grösste Theil der Körner, und man erkennt alsdann mit grosser Bestimmtheit den Zellenkranz, der jedes Ei umgiebt. Aehnlich wie bei dem früher geschilderten Fötusovarium drängen sich in den jüngsten Follikeln die umgebenden Zellen in das Ei selbst hinein, so dass dieses in vielen Fällen ein völlig strahliges Ansehen erhält. Die Zona pellucida fehlt in den jüngsten Follikeln noch ganz, eine structurlose Membrana folliculi ist wenigstens andeutungsweise überall vorhanden. Es lassen sich alle diese Verhältnisse zum Theil noch leichter an Flachschnitten (parallel zur Oberfläche) constatiren als an senkrechten.

Bildung der Membrana folliculi interna. Betrachtet man einen frischen Katzeneierstock aus den der Brunst vorangehenden Zeiten von Aussen her, so fällt an ihm eine eigenthümliche Zeichnung auf. Unter der Oberfläche nämlich sieht man verschieden gestaltete, unter sich zusammenhängende weisse Stränge, die gegen die übrige gallertartig durschscheinende Substanz scharf abstechen. Als ich dies Bild zum ersten Mal sah, glaubte ich in den weissen Strängen die Pflüger'schen Eischläuche vor mir zu haben und selbst meine ersten mikroskopischen Schnitte bestärkten mich in der

---

1) Seitdem ich obiges geschrieben, habe ich in den ersten Tagen des April vermocht, aus den Ovarien trächtiger Katzen zusammenhängende Follikelketten zu isoliren und ich kann also auch in dieser Hinsicht Pflüger's Angaben bestätigen.

Voraussetzung. Einlässlichere Beobachtung überzeugte mich indess bald, dass die fraglichen Bildungen Nichts Anderes sind, als die Anlagen der inneren Membrana folliculi. Schon um die Follikelanlagen der Cortikalzone herum erscheinen in der 2. und 3. Lage kleine Nester von grösseren, länglich-ovalen Zellen mit einem sehr grobkörnigen undurchsichtigen Inhalt (Kornzellen). In der subcortikalen Zone erreichen diese Bildungen eine grössere Entwickelung, sie bilden Stränge mit unregelmässig netzförmiger Verbindung und in den innersten Parenchymschichten nehmen sie den grössten Theil des von den Follikeln freigelassenen Raumes ein. Um an senkrechten oder Flachschnitten die Verbreitung derselben zu übersehen, genügt die Betrachtung bei schwacher Vergrösserung, und zwar sowohl die bei auffallendem, als bei durchfallendem Lichte (Fig. 4). Bei erstem erscheinen die fraglichen Stränge weiss in dunkelm Grund, bei letzterm dunkel in hellem Grund. Auch das polarisirte Licht kann verwendet werden, denn da die Masse der Kornzellen das Licht doppelt bricht, so erscheinen diese bei gekreuzten Nicols und abgehaltenem auffallendem Lichte hell im dunkeln Felde.

Das Verhältniss der Kornzellenhaufen zu den Follikeln ist nicht von Anfang an scharf ausgeprägt, in der subcortikalen Zone findet man Follikel, welche nur zum Theil oder selbst nur stellenweise von jenen Zellenhaufen umfasst sind, und von denen aus die letztern mit verschieden gestalteten Fortsätzen ins übrige Stroma ausstrahlen, oder man trifft kleine aus zwei, drei oder mehren Follikeln bestehende Gruppen, die von einem vielfach eingeschnittenen Kornzellenklumpen zusammengehalten sind. Erst in den innern Parenchymlagen zeichnet sich das Verhältniss schärfer; die besprochenen Zellenmassen bilden hier continuirliche, überall gleich dicke Lagen um die ausgedehnten Follikel, und diese Lagen müssen nun bereits als innere Follikelhaut angesprochen werden; immerhin ist auch hier die Scheidung noch keineswegs soweit vollendet, dass nicht ein Zusammenhang zwischen benachbarten Follikelkapseln bestehen kann.

In den Abbildungen Schrön's finden sich in 2 Figuren Andeutungen von Zellenlagen, die mit den oben beschriebenen identisch zu sein scheinen, nämlich in Taf. XXXII, Nr. 11 und in Taf. XXXIII, Fig. 1 Nr. 9. In der Erklärung zur ersten Tafel heisst es von den (in ihrer Verbreitung nicht ganz genau wiedergegebenen) Zellenlagen, sie seien von einer bindegewebigen Kapsel umschlossen; vielleicht Reste, früherer Corpora lutea. Bei der zweiten zutreffenderen

Figur wird bemerkt, No. 9 bedeute ein Lager von Stromazellen, welches den Eizellen als Bett zur ersten Weiterentwicklung diene (die Bindegewebsreife, die Schrön allenthalben um die Follikel zeichnet, sind übrigens keineswegs, wie man aus seinen Figuren vermuthen sollte, faseriges Bindegewebe, sondern, wo sie überhaupt vorhanden sind, bestehen sie aus dicht gedrängten Lagen von Spindelzellen). Auch Pflüger hat die oben geschilderte Kornzellenbildung bereits gesehen, ohne indess ihre besondere Beziehung zur Bildung der Membr. folliculi vollständig erkannt zu haben [1]). Im Eierstock kleinerer geschlechtsreifer Thiere schildert er gelbe an das Corp. luteum erinnernde Flecke, die bei auffallendem Licht hell, bei durchfallendem dunkel erscheinen. Die Flecke sind hervorgebracht durch zahllose, feine, weder in Säuren und kohlensauren Alkalien, noch in Aether vollständig lösliche Molecüle, die indess doch grösstentheils Fett sein mögen. Die Körner lagern sich um die Kerne der Bindegewebszellen, Anfangs in der Tiefe des Organes, dann von da fortschreitend auch in oberflächlichen Schichten. Pflüger hält dafür, die fragliche Ablagerung sei einestheils als ein die Lösung des Gewebes einleitender Vorgang regressiver Metamorphose anzusehen, anderntheils aber diene er dazu, das zur Eibildung nöthige Fett aufzuspeichern. Gegen die regressive Bedeutung ist jedoch vor Allem einzuwenden, dass es gerade Zellen in üppigster Ernährung sind, welche die geschilderten Körner bergen. Die oben erwähnten zur Bildung der Membrana folliculi führenden Zellen nämlich zeichnen sich von den Spindelzellen, welche das übrige Stroma bilden, in sehr bestimmter Weise durch Form und Inhalt aus. Ihre Form ist, wie schon erwähnt wurde, rundlich oder oval, ihr Durchmesser beträgt $\frac{7 \cdot 5-12}{1000}'''$; einen Kern vermochte ich in ihrem Innern in vielen Fällen nicht wahrzunehmen, da die groben kugligen Körner, die die Hauptmasse des Inhalts bilden, die Zellen oft völlig undurchsichtig machen; in anderen Fällen jedoch erscheint er als heller Fleck. Die fraglichen Körner sind keineswegs blos Fett, denn durch Chloroform oder Aether werden sie nur unvollständig gelöst. Die Zellen sind kettenartig an einander gereiht, oft Reihen von einer einzigen, oft solche von mehreren Zellenbreiten bildend; da, wo die Zellen aneinanderstossen, ist eine scharfe Grenzlinie derselben nicht immer wahrnehmbar, wohl auch nur desshalb, weil sie zu trüb und

1) Pflüger l. c. p. 39.

undurchsichtig sind, um bei gegenseitiger Ueberlagerung eine solche hervortreten zu lassen.

Die Bildung der Kornzellen mitten im übrigen Stroma lässt keiner anderen Annahme Raum, als dass sie aus den spindelförmigen Zellen des letzteren hervorgehen. Dabei erscheint ein Verhältniss wichtig: es ist ihr Auftreten allenthalben an das Auftreten capillarer Blutgefässe geknüpft. Da wo die ersten Kornzellen auftreten, liegen auch die äussersten Capillarschlingen, mit der Entwickelung des Kornzellengerüstes wächst auch der Capillarreichthum des Gewebes, und alle grösseren Anhäufungen von Kornzellen sind von reichen Gefässnetzen durchzogen. Die reichste Entwickelung zeigen beide Bildungen in der Membrana folliculi selbst. Anatomisch stehen die Kornzellen zu den Blutgefässen im Verhältniss einer Adventitia; sie umfassen den Blutstrom nicht unmittelbar, sondern bleiben von diesem durch eine, aus anders geformten Elementen gebildete Wand geschieden. Die anatomische Beziehung der Kornzellenstränge zu den capillaren Blutgefässen weist auch auf eine genetische Beziehung beider hin. Würden die Zellen unmittelbar die Gefässwand bilden, so könnte man sie als Vorläufer der Blutgefässe ansehen, als Gefässanlagen; allein da dies nicht der Fall ist, so wird man eher in den neugebildeten Gefässen das primär Entstandene sehen. Dass indess die Bildung von Blutgefässen allein noch nicht zur Bildung von Kornzellensträngen führt, das geht schon daraus hervor, dass im Hilusstroma von jenen Gebilden nichts zu sehen ist. In wie weit dieselbe in ihrer Entwickelung auf- und abgehen, habe ich bei meinen Untersuchungen, die sich nicht über den Lauf eines vollen Jahres erstrecken, nicht ermittelt; bei jungen 8—14tägigen Katzen fand ich sie bereits vorhanden, ebenso wiederum bei trächtigen Thieren. Immerhin ist denkbar, dass die ganze Bildung in den intersexualen Zeitabschnitten des Jahres etwas sich zurückbildet, um periodisch wieder stärker sich auszubilden. Hiefür sprechen wenigstens die weiter unten zu erörternden Verhältnisse am Eierstock der Kuh.

Reifer Eierstock der Kuh.

Weit verwickelter als an den bisher betrachteten Paradigmen gestalten sich die Verhältnisse am reifen Eierstock grösserer Säugethiere. Immerhin lassen sich auch hier gewisse typische Grundbeziehungen nicht verkennen und so hat beim Menschen schon Kölliker in der ersten Auflage seiner Gewebelehre, wenn auch etwas

verklausulirt, den Gegensatz von Rinden und Marksubstanz aufstellen können. „Das Parenchym, sagt er, zerfällt wie in eine Mark und Rindensubstanz, von denen erstere sozusagen allein die Follikel enthält.“ Den nachfolgenden Schilderungen liegt, der leichtesten Materialbeschaffung wegen, der Eierstock der Kuh zu Grunde.

Aeussere Betrachtung. (Taf. VIII.) Bekanntlich treten an den untern Rand des Eierstocks die ausserordentlich reichen Gefässe heran, welche von den Vasa spermatica interna abbiegen, bevor diese nach einwärts zum Uterus sich hinwenden. Bei der Kuh bildet der Gefässcomplex im injicirten Zustand einen beinahe fingerdicken platten Strang, der an seinem, dem Ovarialhilus zugekehrten Ende sich verbreitert. Die Arterien treten in den bekannten Korkzieherwindungen an den Hilus hin, ihre Windungen, meist völlige Kreistouren, sind durch blosses Anziehen nicht auszugleichen, da die beiden Schenkel jeweilen durch derberes Gewebe zusammengehalten werden. Der Durchmesser der Arterien-Stämme, im Anfangstheil des Stranges 2—3 mm. messend, nimmt durch Theilung derselben ab, indess beträgt er für die in den Hilus selbst eintretenden Zweige immer noch 1—2 mm. Der stark gewundene Character bleibt den Arterien auch innerhalb des Eierstocks eigen, soweit sie überhaupt sich nicht in Capillaren auflösen.

Um die Arterien herum und zwischen ihnen treffen wir das reiche Convolut der Venenstämme; es können diese in ihrem untern Theil bis zu Bleistiftdicke anschwellen, indess nehmen auch sie durch fortgesetzte Theilung an Durchmesser ab, bevor sie den Hilus erreichen. Die Venen verlaufen zwar gleichfalls etwas geschlängelt, von jenen Spiraltouren aber, wie sie die Arterien bieten, ist an ihnen niemals etwas wahrzunehmen. Unter sich stehen die Parallelstämme in Verbindung. Die grösseren Venenzweige besitzen noch völlig sufficiente Klappen, so dass die Injection in vielen Fällen auf unüberwindliche Schwierigkeiten stösst. — Zu den Blutgefässen kommen nun noch die Lymphgefässe, welche mehr die äusseren Lagen des Gefässstranges einnehmen. Am stärksten entwickelt sah ich sie bis jetzt am Ovarium eines trächtigen Schweines; sie bildeten hier im injicirten Zustand eine dicht gedrängte Lage von Stämmchen von 1½—2 mm. Durchmesser. Bei der Kuh habe ich sie in diesem Reichthum nicht wiedergefunden.

Das ganze zum Hilus tretende Gefässconvolut wird selbst wiederum von einem sehr vaskularisirten Gewebe umhüllt und zusam-

mengehalten; eine Präparation der grösseren Stämme ist daher ohne Durchschneidung vieler kleineren nicht möglich.

Betrachtet man die Oberfläche eines auf das vollständigste injicirten Ovariums, so fällt es auf, dass dieselbe, abgesehen von einigen besondern, gleich näher zu bezeichnenden Stellen völlig gefässlos erscheint und höchstens eine undeutlich fleckige Färbung zeigt. Es hat dies für die Injection seine Unbequemlichkeiten, denn injicirt man ein Ovarium, das zufälligerweise keine grössere Follikel oder Corpora lutea enthält, so sieht man demselben äusserlich nicht recht an, wann die Injection abzubrechen ist; leicht kann man glauben, die Masse sei aus irgend einem Grunde nicht in das Organ eingedrungen und findet beim Durchschneiden Alles auf das prächtigste gefüllt.

Von der Gefässlosigkeit der Oberfläche machen eine Ausnahme: die Wandung der stärker vorspringenden Follikel, der vorragende Theil frischer Corpora lutea, ferner gewisse mit den Corpora lutea in Verbindung stehende Gewebsfransen und endlich ein neben dem Hilus befindlicher von der nicht vaskularisirten Fläche scharf sich absetzender Saum von der Breite einiger Millimeter.

Durchschnitte der Länge oder besser der Quere nach durch das Ovarium geführt zeigen, dass, von grösseren Follikeln oder Corpora lutea abgesehen, bei weitem der grösste Theil des Organs von einer Fortsetzung jenes Gefässconvoluts eingenommen wird, dessen Eigenthümlichkeiten ausserhalb der Hilus wir vorhin erörtert haben. Um dasselbe herum bildet das eigentliche, Follikel tragende Parenchym eine verhältnissmässig schmale, 1—2‴ messende Rinde (Fig. 7). — Die am Hilus eingetretenen Gefässe strahlen allseitig gegen die Peripherie des Organs, und liegen mit ihren Windungen und Verzweigungen, ähnlich wie im zuführenden Gefässstrang auf das dichteste beisammen. Von Innen nach Aussen nimmt der Durchmesser der Gefässdurchschnitte ab, allein was die Stämmchen an Dicke verlieren, ersetzen sie durch ihre Zahl, sodass bis zum eigentlichen Parenchym hin das Gewebe einen eminent vaskulären Character hat. Wir bezeichnen den vaskulären Abschnitt des Ovariums wiederum als Hilusstroma. Es zeigt das Hilusstroma auf Durchschnitten das Ansehen eines Schwammes, dessen Poren je näher dem Hilus, um so grösser werden. Dieselben Charactere, welche die Arterien und Venen schon ausserhalb des Hilus kennzeichneten, bleiben ihnen zum Theil auch jenseits desselben eigen. Die Arterien behalten durchweg bis

zur Peripherie hin ihren starkgewundenen Verlauf, während die durch grössere Weite sich auszeichnenden Venen unter einander sich vielfältig verbinden und zum Theil selbst sinuöse Räume bilden.

Das Gewebe zwischen den grösseren Gefässstämmen ist sparsam vorhanden, derb und von feineren Gefässen reichlich durchzogen. Die Venenwandungen sind mit dem Zwischengewebe innig verbunden, so dass sie auch nach Entleerung ihres Inhaltes klaffen. Nach aussen nämlich von der Intima der Venen folgen Schichten von Faserzügen, die zum Theil zwar an die Venenräume ringförmig sich anschmiegen, zum andern Theil aber in tangentialer Richtung in das intervaskuläre Gewebe ausstrahlen. Aehnlich wie die Venen verhalten sich auch die Arterien. Die lockere Adventitia, welche diese Gefässe anderwärts verschiebbar dem übrigen Gewebe einigt, fehlt ihnen im Eierstocke, und sie sind gleichfalls in festerer Weise mit dem angrenzenden Stroma verbunden. Die Verbindung der Arterienwand mit dem angrenzenden Gewebe wird durch die äusseren Schichten der Media vermittelt. Jede Arterie nämlich ist nach Aussen von der Intima von einer ungemein dicken Schicht von Ringfasern umgeben, die äusseren Bündel des Ringes lockern sich auf, nehmen schräge Richtung an und gehen zunächst in eine gleichfalls dicke Lage theils gekreuzter, theils longitudinal verlaufender Fasern über. Aus dieser äusseren Muscularis biegen neuerdings Faserzweige ab, welche in das umgebende Gewebe eintreten und unmittelbar in jene sich durchkreuzenden Züge von Spindelzellen sich fortsetzen, deren physiologische Stellung in neuerer Zeit wiederholt diskutirt worden ist. Der Uebergang der verschiedenen Faserrichtungen in einander geschieht um so leichter, da ja die Arterien selbst so vielfach gewunden sind: letztere Eigenthümlickeit ist auch wohl wesentlich durch jene Faserdisposition bedingt.

Das gesammte intervaskuläre Gewebe hat dem Gesagten zufolge eine ganz directe Beziehung zu den grösseren Gefässen des Hilusstroma, es muss als modificirte Gefässwand angesehen werden, und die in ihm enthaltenen reichlichen kleineren Gefässe haben die Bedeutung von Vasa vasorum. Dabei erscheint es ziemlich gleichgültig, ob man sich dahin ausdrückt, die Media der Venen sei zugleich Adventitia der Arterien oder umgekehrt. Das ganze Verhältniss erinnert unstreitig sehr an dasjenige der Corpora cavernosa, und nach meinem Dafürhalten hat Rouget ganz das Richtige getroffen, wenn er das Hilusstroma des Eierstocks den cavernösen Körpern zur

Seite stellt. Es sind allerdings graduelle Unterschiede im Volumsverhältnisse von Bluträumen zwischenliegender Gewebe vorhanden, allein auf diese ist um so weniger Gewicht zu legen, als schon in den unbestritten cavernösen Theilen, wie z. B. in der Glans penis Abstufungen sehr verschiedenen Grades vorkommen, und als im Eierstock selbst, im Umfang grösserer Follikel Bluträume vorkommen, vor welchen diejenigen der ächten Corpora cavernosa wenig voraus haben. Das entscheidende für die cavernöse Natur eines Gewebes liegt auch nicht sowohl in der Weite der venösen Bluträume als in der Eigenthümlichkeit, dass ausser der modificirten Gefässwand gar kein anderes Gewebe vorhanden ist. — Die Beziehung des intervaskulären Gewebes zu den Gefässen ist natürlicher Weise nicht ohne Belang für die physiologische Deutung der viel diskutirten Spindelzellen des Stroma. Die Nöthigung, diese Gebilde als Muskelzellen anzusehen, liegt so nahe, dass ihr schon Kölliker nur mit Mühe widerstanden hat [1]). Später haben Rouget [2]) und Aeby hauptsächlich durch vergleichend-anatomische Betrachtungen den Beweis ihrer Muskelnatur zu führen gesucht, und wie mir scheint mit überzeugender Kraft. Aeby hat auch bereits die nahe Beziehung hervorgehoben, in welchen jene Zellenstränge zu den Gefässwandungen stehen. Diese Beziehung so wie die strangförmige Zusammenordnung der Spindeln scheint mir von noch entscheidenderem Gewichte zu sein, als die Form der einzelnen Zellen, welch letztere an und für sich allerdings nicht viel charakteristisches hat. Durch die immer weiter sich ausdehnenden Erfahrungen über Zellencontractilität verliert der ganze Streit viel von seiner Spitze, denn wenn es schliesslich darauf hinaus kommt, dass alle Spindelzellen unter gegebenen Bedingungen sich verkürzen können, so wird der Gesammteffect grossentheils darnach sich richten, ob in einem Theil die Spindeln zu dichteren Bändern oder Platten sich zusammenordnen, oder ob sie bloss hie und da zerstreut liegen, anderntheils allerdings auch noch nach der Grössen-Entwickelung, die die einzelne Zelle erreicht. Besonders beachtenswerth erscheint die Beobachtung Aeby's, wonach die Eierstocksspindeln zur Zeit der Brunst resp. der Menstruation sich stärker ent-

1) Kölliker mikrosc. Anat. II. p. 463.

2) Rouget Journal de la physiol. de Brown Sequard I. 450 u. Comptes rendus 1856. Juni. Aeby in Reichert u. DuBois Archiv 1861. p. 635 u. f.

wickeln. Auch zur Zeit der Gravidität sind sie, wie Grohé und Klebs angeben und wie auch ich an menschlichen Ovarien sah, viel ausgebildeter und ihre Kerne zeigen nunmehr alle Uebereinstimmung mit denjenigen der Ringmuskelschicht der Arterien. Man wird durch diese Beobachtung unmittelbar zum Vergleich mit den Verhältnissen im Uterus gedrängt. Wie hier unter dem Einfluss der Schwangerschaftscongestion die Muskulatur allmählig ihre bedeutende Entwickelung erreicht, dann in einem gegebenen Augenblick ihre einmalige Function ausübt, und dadurch zum Verschluss der Gefässe und in Folge davon zur eigenen Rückbildung den Grund legt, so ist nicht unwahrscheinlich, dass auch die Ovarialmuskulatur erst durch die, die Brunst begleitende Congestion zur Entwickelung gelangt, dann zu Ende der Periode ihre Wirkung entfaltet, welche einestheils zum Platzen eines oder mehrerer reifen Follikel, anderntheils aber, im Verein mit der Contraction der übrigen Gefässmuskulatur auch zum Verschluss der ovarialen Gefässe und damit zum Abschluss der Brunstperiode und zur eigenen Rückbildung führt.

Ich kann übrigens nicht unterlassen, hier eine Beobachtung anzuführen, die in direkterer Weise für die Contractilität des Eierstocksstroma spricht. Schneidet man einen Kuheierstock, sowie er aus dem Körper des so eben geschlachteten Thieres kommt, senkrecht durch, so ändert sich bald der Charakter der Schnittfläche, die Arterien werden zunehmend über die Fläche vorgetrieben, dessgleichen treten vorhandene Corpora lutea oft bis linienhoch über das Niveau des Schnitts empor, dabei rollen sich die Ränder des Eierstocks um, die Schnittfläche wird somit verbogen, das Gewebe aber bleibt straff. Bei Beurtheilung dieser Erscheinung wird man allerdings zuerst an elastische Spannungsverhältnisse zu denken haben, allein falls solche allein in Betracht kommen, so müssen voraussichtlich nach Durchschneidung eines Eierstocks einige Stunden nach der Herausnahme, dieselben Umwandlungen an der Schnittfläche Platz greifen, wie am frischen; dies ist jedoch nicht der Fall. Die Hälften eines unfrischen Rinderovariums bleiben schlaff und welk, akkomodiren sich mehr oder weniger in ihrer Gestaltung der Unterlage, ohne sich selbstständig zu verkrümmen; das Hervortreten der Arterien und allfälliger Corpora lutea über den Schnitt fehlt zwar nicht ganz, findet aber in weit minderem Maasse statt als beim frischen Organ.

Ausser Blutgefässen enthält das Hilusstroma auch reichliche Lymphgefässstämme. Dieselben erkennt man entweder bei direkter In-

jection von einem, der später zu bezeichnenden peripherischen Punkte aus, oder nach Injection der arteriellen und venösen Blutgefässe. An Präparaten letzterer Art erscheinen die Durchschnitte der Lymphgefässe als weite leere Lücken im übrigen Gewebe. Die Beziehung der Lymphgefässe des Hilusstroma zum übrigen Gewebe ist völlig dieselbe wie die der Venen, so dass kaum etwas besonderes darüber zu sagen bleibt. Spritzt man Masse durch einen Einstich in das Hilusstroma ein, so dringt diese bald in die Venen, bald in die Lymphräume ein; zur Anfüllung der letzteren ist daher diese Methode nicht zuverlässig, weit zuverlässiger sind die Injectionen von der Peripherie aus, von denen unten die Rede sein soll.

Nach obigen Erörterungen über das Hilusstroma wenden wir uns zum Eierstocksparenchym. Dasselbe umgiebt, wie bereits bekannt, als eine verhältnissmässig dünne Rinde den gefässhaltigen Drüsenkern, und nur da, wo stärkere Follikel oder Corpora lutea vorhanden sind, drängt es sich, wie nach aussen, so auch nach innen gegen das Hilusstroma mächtiger vor. Die Umhüllung des Hilusstroma durch die Parenchymrinde ist übrigens keine ganz vollständige; jederseits von der Eintrittsstelle der Gefässe bleibt ein etwas über linienbreiter Saum von der Parenchymbekleidung frei. Dieser Saum setzt sich von der übrigen Oberfläche scharf ab, er ist besonders an injicirten Präparaten leicht zu erkennen, da in seinem Bereich die Oberfläche des Ovariums sehr blut- und lymphgefässreich erscheint, während jenseits derselben völlige Gefässlosigkeit Platz greift.

Von Aussen nach Innen fortschreitend kann man am Ovarialparenchym dieselben 4 Zonen unterscheiden, die schon vom Katzeneierstock her bekannt sind:

den äusseren Ueberzug,
die Cortikalzone,
die Subcortikalzone und
die Follikelzone.

Mit Rücksicht auf Ausbildung der Follikel können wir die 4 Zonen auch bezeichnen als:

follikellose Zone,
Zone der Primitivfollikel,
Zone der Uebergangsbildungen und
Zone der vollständigen Follikel.

Von diesen 4 Zonen erscheint die 3te häufig in ihren Gränzen verwischt oder stellenweise ganz fehlend. Sämmtliche Zonen cha-

racterisiren sich gegenüber denjenigen des früher betrachteten Katzeneierstocks durch eine ungemein viel stärkere Entwickelung des Stromagewebes und daher auch durch eine weit grössere Derbheit und Undurchsichtigkeit. In breiten Zügen dringt vom Hilusstroma aus das derbe gefässführende Gewebe gegen die äussere Hülle vor, zwischen sich Substanzcolonnen lassend, welche die Follikelanlagen enthalten und in welche bald stärkere bald schwächere Seitenzweige jener Hauptzüge eindringen. Diese Hauptzüge von Stromagewebe entsprechen offenbar jenen Scheidewänden, die in weit frühern Zeiten zwischen die zusammenhängenden Eizellstränge sich eingeschoben haben, und ihre Seitenzweige sind die Brücken durch welche die Scheidungen im Bereich der einzelnen Eizellstränge sich vollführt haben. Jede von den Stromacolonnen enthält ein dichtes Büschel feiner Blutgefässe, welche indess die Oberfläche des Eierstocks nicht erreichen, sondern unter der Albuginea schlingenförmig umbiegen (vergl. Fig. 7). In den innern 2 Zonen treten links und rechts Seitenzweige dieser radiären Gefässbüschel ab, welche zwischen den hier vorhandenen Follikeln gegenseitig aufeinander stossen und somit diese letzteren kranzförmig umgeben. Das stärkere Vordrängen der radiären Gefässbüschel gegen die Oberfläche bewirkt das unregelmässig fleckige Aussehen, das diese am injicirten Eierstock von aussen her zeigt.

Die Dichtigkeit des Stromagewebes ist um so beträchtlicher, je weniger dasselbe von Gefässbahnen unterbrochen ist, sie erreicht somit ihr Maximum in der äussern Hülle des Eierstocks. In diese strahlen die vom Innern des Organs zur Oberfläche emporgetretenen Stromafortsätze völlig gefässfrei ein, und sie besteht nur noch aus den Gewebsbestandtheilen, welche im Innern des Eierstocks die Begleiter der Gefässe waren, nämlich aus dichtgedrängten, nur durch sehr geringe Mengen von Zwischensubstanz zusammengehaltenen Zügen von Spindelzellen.

Die Mächtigkeit der äussern Hülle nimmt wie diejenige des gesammten Stroma mit dem Alter zu und zugleich treten in ihr gewisse Gegensätze auf, die in jüngeren Organen noch wenig ausgebildet sind. Man erkennt nämlich an ihr eine Zusammensetzung aus verschiedenen (meistens 3) Schichten. Diese Schichten hängen zwar in der Fläche allenthalben mit einander zusammen und wechseln im Verlauf eines Schnittes ihre Dicke; immerhin pflegen sie durch ihr optisches Verhalten ziemlich auffällig von einander sich zu unterscheiden, indem die eine mittlere heller oder dunkler erscheint, als die beiden übri-

gen. Betrachtet man senkrechte Schnitte im polarisirten Licht, so erkennt man den Grund des verschieden optischen Verhaltens in einem differenten Verhalten des Faserverlaufs. Von zwei Schnitten, von welchen der eine parallel der grossen Achse des Eierstocksellipsoids, der andere senkrecht darauf geführt ist, zeigte der eine zwischen gekreuzten Prismen die äusserste und innerste Zone hell, die mittlere dunkel, die andere umgekehrt, die mittlere hell, die äussern dunkel. Fortsetzungen der innern Stromafortsätze sieht man zwar gerade an Präparaten in polarisirtem Licht in alle Schichten der Hülle eintreten, allein sie breiten sich in den verschiedenen Schichten auch nach verschiedenen Richtungen aus in der äussersten und innersten Lage der Hülle, vorzugsweise in der Längsrichtung, in der mittlern Lage vorzugsweise in Querrichtung. Ich sage vorzugsweise, denn in allen 3 Lagen kommt Kreuzung der Faserzüge vor, eine Kreuzung jedoch unter spitzen Winkeln mit vorwaltender Richtung nach einer Seite.

Die Anatomie pflegt bekanntlich zwischen dem Peritonäalüberzug und der Albuginea des Eierstocks zu unterscheiden, sie sagt indess aus, es seien beide Schichten innig mit einander verwachsen. Nach der Analogie mit andern serösen Membranen wird man die äusserste und zugleich dichteste Lage der Eierstockshülle als peritonäalen Antheil ansprechen dürfen, da ja auch anderwärts die bindegewebige Grundlage der serösen Häute wesentlich nichts anderes ist, als eine Verdichtungsschicht, die das Gewebe gegen den angränzenden Hohlraum abschliesst.

Unmittelbar an die innere Schicht der Albuginea schliesst eine sehr schmale und gleichfalls gefässlose, oder doch äusserst gefässarme Zone an, die ich nach Analogie des Katzenovariums als Cortikalzone bezeichne. Dieselbe enthält als wesentlichen Bestandtheil primordiale Follikelanlagen, bestehend aus Eiern mit einfacher umgebender Zellenschicht. Die ganze Schicht bietet dem Studium grosse Schwierigkeit, denn verschiedene Momente concurriren, um sie in hohem Grade undurchsichtig zu machen. In erster Linie die reiche Entwicklung und der verworrene Verlauf der Stromafasern; dieselben kreuzen sich, indem sie die primordialen Follikel einhüllen, nach allen Richtungen des Raumes und erzeugen dadurch natürlich bedeutende Unregelmässigkeiten der Lichtbrechung. Dazu kommt ferner die allerdings nicht sehr reichliche Ablagerung von feinen, undurchsichtigen Körnermassen in der Umgebung der Follikel, eine Ablagerung, die der Kornzellbildung des Katzeneierstocks entspricht und die bereits

am Kalbseierstock sehr viel prägnanter hervortritt, als am Eierstock des alten Thieres [1]). Die Primordialfollikel selbst sind ausnehmend verkümmert, ihr Durchmesser beträgt $\frac{8-15}{1000}$''', oft sind sie etwas abgeplattet. Das in ihnen befindliche Ei ist noch durch keine eigene Zone abgegränzt und zeigt meist Sterngestalt, indem Fortsätze desselben zwischen die Zellen der umgebenden M. granulosa sich eindrängen. Keimbläschen und Keimfleck sind nicht selten unregelmässig geformt und weichen von der Kugelgestalt mehr oder minder ab. Die Zellen der einfachen Granulosa sind blass und in der Regel mit deutlichem Kern. Nach Aussen setzt sich jeder Primordialfollikel der Cortikalzone scharf ab und wird von einer verdichteten Stromaschicht (Membrana propria?) umgeben. Die Primordialfollikel liegen in kleinen Gruppen beisammen, so jedoch, dass innerhalb der einzelnen Gruppen jeder Follikel von seinen Nachbarn durch breite Stromastreifen getrennt bleibt. Von dem Vorhandensein und der Vertheilung der Follikel in der Cortikalzone geben im Allgemeinen Flachschnitte des Eierstocks eine sehr viel vollkommenere Anschauung als senkrechte Schnitte, obwohl auch an letzteren, falls sie nur dünn genug sind, alle oben hervorgehobenen Verhältnisse wahrnehmbar sind.

Von der Cortikalzone habe ich oben eine Subcortikalschicht unterschieden. Diese Schicht bildet nicht wie die vorige eine continuirliche Lage von nahezu constanter Mächtigkeit, sondern sie tritt stellenweise deutlich hervor, während sie an andern Punkten fehlt; zuweilen auch greift sie in die eine oder andere ihrer beiden Nachbarzonen tiefer ein. Wenn ich trotz dieser Unregelmässigkeiten die Zone als eine besondere festhalte, so bestimmt mich hierzu der scharfe Gegensatz, in welchem ihre Follikel zu denen der beiden angränzenden stehn. Die Follikel sind beträchtlich grösser als in der Cortikalzone, sie besitzen einen Durchmesser von $\frac{4-8}{100}$'''. Das Ei in ihnen ist von einer eigenen, wenn auch noch dünnen Zona pellucida umgeben, um welche mehrfach Kränze von Granulosa-Zellen lagern. Jeder Follikel ist zunächst von einer verdichteten dünnen Gewebsschicht, einer Membrana propria umgeben; auf diese folgt eine

1) Soweit man sich überhaupt in dem Fasergewirre der Cortikalzone orientiren kann, so liegen die fraglichen feinen Körnermassen nicht in den Spindelzellen des Gewebes, sondern in sternförmigen, mit Ausläufern versehenen, aber gleichfalls äusserst verkümmerten Zellen; zuweilen gelingt es, diese Bildungen isolirt zu erhalten.

derbe fibröse Lage, welche vom umgebenden Stroma nicht abgesetzt ist. Dass auch hier in der nächsten Umgebung des Follikels körnchenhaltige Zellen in grösserer Reichlichkeit abgelagert sind, das ergiebt sich besonders aus der Betrachtung bei auffallendem Licht. Durchweg sind die Follikel der Zone bereits von Gefässen umfasst, indess besitzt ihr Gefässsystem noch grosse Einfachheit und besteht aus wenigen, um die Follikel herumlaufenden Capillarschlingen.

Wie der Uebergang von den Bildungen der Cortikal- zu denen der Subcortikalzone ein sprungweiser ist, so ist es noch weit mehr derjenige von der Subcortikal- zur eigentlichen Follikelzone. Die der letztern angehörigen Follikel, selbst die kleineren bis unter 1 mm. Dm. heruntergehenden, unterscheiden sich nicht allein durch das Vorhandensein der Höhlung von den Gebilden der Subcortikalschicht, sondern sie besitzen auch vor Allem eine vollständig ausgebildete Membrana folliculi mit ihren wesentlichen Attributen. Diese Kluft in der Entwickelung scheint darauf hinzuweisen, dass die Umbildung der unreiferen Follikelformen in die reiferen nicht stätig, sondern periodenweise erfolgt. Nach Ablauf der Perioden bleiben die unreifen Bildungen wieder längere Zeit stehen, um dann vielleicht später wieder einen neuen Entwicklungsanlauf zu nehmen. Mit einer derartigen Auffassung des Verhältnisses steht es jedenfalls in völliger Uebereinstimmung, dass die sämmtlichen Gebilde der Cortikalschicht und der Subcortikalschicht, sowohl die den Follikeln, als die dem Stroma angehörigen äusserst verkümmert und saftarm erscheinen, völlig im Gegensatz zu den Bildungen, wie wir sie z. B. im jugendlichen Katzenovarium oder gar im Ovarium des Fötus finden.

Um nicht bei Bekanntem mich aufzuhalten, lasse ich die Schilderung des Follikelinhalts bei Seite und wende mich sofort zur Schilderung der Membrana folliculi. An derselben unterscheidet man bekanntlich eine äussere und eine innere Schicht, welche v. Baer, dem wir ihre genaueste ältere Beschreibung verdanken, in sehr passender Weise mit einer Schleimhaut und der darunter liegenden tunica nervea vergleicht [1]). Die äussere Schicht nämlich enthielt die Verzweigungen der gröberen Gefässstämme, während die eigentlich capillaren Gefässe zur Oberfläche der Innenschicht vordringen. Während die Gefässstämmchen der äusseren Schicht der Kugelfläche parallel sich ausbreiten, gehen von ihnen in radiärer Richtung klei-

1) De Ovi Mamalium genesi etc. Lipsiae 1827. p. 15.

nere Stämmchen nach Innen ab, welche rasch in ein äusserst dichtes Netz von Capillargefässen sich auflösen. Die theca externa hebt sich nur bei den reiferen Follikelformen scharf von der Umgebung ab und auch da wesentlich nur durch ihren Reichthum an starken Gefässen. Je entwickelter nämlich der Follikel, in um so reichlicheren Parallellagen überlagern sich die Blutgefässe, und um so dicker wird die Externa. Die Interna dagegen variirt in ihrer Dicke nur sehr wenig, schon in den kleinsten Follikeln der Innenzone von nur 1 Mm. Durchmesser misst sie $\frac{11-15}{1000}'''$ und beinahe genau gleich dick fand ich sie wiederum bei Follikeln von mehr als 4 Cm. Durchmesser. Die älteren Autoren, so u. A. auch v. Baer und Zwicky geben übereinstimmend an, dass die reife Follikelmembran sich bedeutend verdicke und an ihrer Innenfläche faltige oder warzige Vorsprünge bilde. Es scheinen die bezüglichen Beobachtungen meist am Eierstock des Schweines gemacht zu sein. Mir selbst sind keine Follikel in dem fraglichen Stadium der Entwickelung vorgekommen, dasselbe bildet sich wohl erst zur Zeit der Brunst oder unmittelbar vorher aus. Abgesehen von den Blutgefässen selbst besteht die äussere Follikelmembran aus denselben Bestandtheilen, wie das übrige Stroma, nämlich neben fasrigem Bindegewebe zum überwiegenden Theil aus dichtgedrängten Spindelzellen, die im Allgemeinen etwas bessere Ernährungsverhältnisse zeigen als diejenigen der peripherischen Eierstocksschichten. Wie anderwärts am Eierstocke, so folgt ihre Längsrichtung auch hier vorzugsweise der Längsachse der Gefässe, sie bilden daher im Allgemeinen concentrische Schichten mit mehr oder minder gekreuztem Faserverlauf in jeder Schicht.

Bekanntlich kann man grössere Follikel ohne Schwierigkeit als Ganzes aus dem Eierstock herausschälen, schon R. de Graaf hat diese Operation vorgenommen und einen isolirten Follikel (nach seiner Meinung das isolirte Ei) abgebildet[1]). Diese Ausschälbarkeit beruht nur auf dem Verhalten der Blut- und Lymphgefässe, welche in den äusseren Schichten der Follikelmembranen weite communicirende Sinus bilden, die von verhältnissmässig schwachen Gewebsbrücken unterbrochen sind. Auf die weiten an der äussersten Peripherie des Follikels liegenden Gefässräume folgen nach Innen zunehmend engere, daher auch der ausgelöste Follikel noch reichliche Gefässe in seiner anhängenden Aussenhaut zeigt. Eine andere, etwa in der

1) R. de Graaf Oper. omnia Lugd. Batav. Off. Hackiana 1677. Taf. XV.

histologischen Beschaffenheit des Gewebes begründete Abgränzung zwischen äusserer Follikelhaut und Stroma besteht nicht; höchstens dass die die Gefässe begleitenden Spindelzellen, wie vorhin erwähnt, üppiger entwickelt sind, als im übrigen Gewebe, daher auch an denjenigen Stellen grösserer Follikel, wo die besagten Gefässräume fehlen, schwer ist zu sagen, wo das Stroma aufhört und wo der Follikel anfängt. Es ist eben die Membrana folliculi externa nichts Anderes, als das den Follikel zunächst umgebende Stroma, das ausser der reichlichen Vaskulasirung und der allfälligen Compression keine erheblichen Modificationen erfahren hat.

Anders als mit der äusseren Follikelhaut verhält es sich mit der innern. Diese unterscheidet sich von Anbeginn an durch ihren Gefässverlauf und durch ihre histologische Beschaffenheit in charakteristischer Weise von der M. externa. Die kleinen Gefässstämmchen treten, indem sie die circulär verlaufenden Stämme der Externa unter beinahe rechtem Winkel verlassen, strahlig in die Interna ein. Anfangs durch sparsame Queräste mit einander verbunden, bilden sie an der Innenfläche der Membran ein Netzwerk von grosser Dichtigkeit, das in seinem Habitus, den rundlichen Maschen, dem Durchmesser und dem etwas gekräuselten Verlauf der Stämmchen grosse Aehnlichkeit mit dem Capillarnetz an der Oberfläche des Darms darbietet. Was nun die histologische Beschaffenheit der innern Follikelhaut anbetrifft, so findet man dieselbe bei reifen Follikeln, ähnlich embryonalen Geweben, ausnehmend reich an Zellen verschiedener Form und Grösse. Theils finden sich kleinere, den Eiterzellen ähnliche Form von $\frac{3-5}{1000}$'''; theils aber auch grössere rundliche, oder polygonale bis zu $\frac{1}{100}$''' und darüber. Sie schieben sich in die Lücken zwischen den Blutgefässe ein; grössere Stämmchen werden von mehrfachen Lagen von Zellen eingefasst, welche gegenseitig an einander sich abplatten, während die Maschen zwischen den feineren Gefässen oft von 2—3 Zellen völlig und mit Freilassung von nur schmalen Intercellularinterstitien ausgefüllt sind. Manche der Bilder haben mich auf das lebhafteste an jene Bilder erinnert, wie ich sie s. Z. von der traumatisch entzündeten Hornhaut in späteren Stadien der Entzündung erhalten und abgebildet

---

1) Man vergl. u. A. die Schilderungen und Zeichnungen bei **Zwicky** de Corp. lut. origine. Diss. in. Zürich 1844, p. 8 u. f. u. Fig. 1—5.

habe[1]). Offenbar haben wir es beiderorts mit ganz analogen Vorgängen zu thun, einer Neubildung von Zellen, welche langsam genug erfolgt, für dass die neuen Abkömmlinge Zeit finden auszuwachsen und mit einer gewissen Gleichmässigkeit sich zu entwickeln. Diese Zellen können dann weiterhin verschiedene Schicksale haben. Die einen mögen zur Verstärkung der bereits vorhandenen Gefässwandungen oder zur Bildung neuer Gefässe Verwendung finden, während andere als Bindegewebselemente persistiren oder neue Brut bilden können. Je dichter die intervaskulären Zellen beisammen liegen, um so mehr tritt ihre gegenseitige Verbindung durch Ausläufer in den Hintergrund. In minder entwickelten kleineren Follikeln liegen die Zellen viel minder dicht beisammen, sind durch reichlichere Intercellularsubstanz auseinander gedrängt und hier bilden sie auch mit ihren Ausläufern zusammenhängende Netze, wie sie von so manchen andern Theilen her bekannt sind. Während die äusseren Schichten des erwachsenen Eierstocks in ihrer ganzen anatomischen Ausbildung den Charakter stabil gewordener, in ihrer Entwickelung gehemmter Gewebe an sich tragen, so verhält sich's, wie man sieht, mit der eigentlichen Follikelschicht anders; nicht allein finden sich hier Follikel in sehr verschiedenen Grössen, durch verschiedene Uebergänge vermittelt beisammen, sondern es trägt die Follikelwand selbst, besonders die innere alle Anzeichen eines jugendlichen frisch fortwachsenden Gewebes und sie bietet in mancher Hinsicht völlige Analogie mit eigentlich embryonalen Geweben dar. Ich lasse es für's Erste dahin gestellt, ob man diesen Unterschied in der verschiedenen Entwickelung der inneren und äusseren Eierstocksschichten einzig auf Rechnung der Blutgefässnähe setzen darf; soviel ist aber jedenfalls sicher, dass das Wachsthum der Follikel nicht, wie dies häufig geschieht, als ein einfach mechanischer Act angesehen werden kann, bedingt durch die zunehmende Ausschwitzung von Flüssigkeit in das Innere, sie ist vielmehr ein Vegetationsvorgang, bei welchem Neubildung von Gefässen und von intervaskulärem Gewebe mit der Volumsvergrösserung auf das allerunmittelbarste Hand in Hand gehen.

Ueber die allerersten Anlagen der Membr. folliculi interna lassen sich am Eierstock der Kuh und auch an demjenigen der von mir untersuchten älteren Kälber keine so prägnanten Bilder ge-

1) Histologie der Cornea, Taf. V. 4 u. Taf. VI. 1 u. p. 99—101.

winnen, wie am Eierstock der Katze. Dass indess auch hier ähnliche Vorgänge dieselbe einleiten wie dort, geht aus dem schon oben erwähnten Beobachtungen hervor, wonach in der Subcortikal- und Cortikalzone um die primordialen Follikel herum allenthalben undurchsichtige Körnermassen in den umgebenden Zellen abgelagert sind. Es sind dies wohl unzweifelhaft verkümmerte Reste früherer, den Kornzellen des Katzeneierstocks analoger Bildungen.

Bau der Corpora lutea.

Die Umwandlung der geplatzten Follikel in Corpora lutea ist schon vielfältig besprochen worden, ohne dass jedoch in ihrer Beurtheilung Uebereinstimmung erzielt wäre. Haller, der ihre Bildungsgeschichte an frisch befruchteten Thieren reichlich studirt hatte, sagt [1]: „Deinde manifestum est, corpus luteum esse vesiculae degenerationem, quae tumeat, deinde rumpatur, non sine vulnere sanguinem suppeditans; tunc emisso humore intus floccis repleatur, qui paullatim solidescentes, demum acinorum formam nacti, cavum vesiculae repleant, ut nunc caeca, glandulae similis, lutei corporis nomen tueatur.“

Die präcisesten Angaben über die Bildungsgeschichte der Corpora lutea verdanken wir v. Baer [2]). Dieser Forscher, welcher schon den Bau der Follikel so trefflich beschrieben hatte, hat auch mit völlig überzeugenden Gründen den Nachweis geführt, dass das Corpus luteum nichts Anderes ist, als die modificirte innere Follikelhaut. Seine Gründe sind folgende: Man findet um das Corp. luteum herum noch eine einzige Hülle, welche der Membrana foll. externa entspricht; die Oeffnuug des frischen Corp. lut. ist lappig und die Lappen sind nicht die Verlängerung der Eierstockshülle, da die Rissöffnung erst jenseits von jener liegt; der albuminöse Kern der gelben Körper, der sich nach dem Platzen der Follikel oft findet, ist nach aussen stets scharf abgegränzt; oft bleibt (bei Schweinen) eine Höhlung durch die ganze Zeit der Gravidität. Schon vor dem Platzen des Follikels wandelt sich die innere Follikelhaut in das Corp. luteum um, verdickt sich und nimmt gelbe Färbung an. Gleich nach dem Platzen des Follikels ist auch sofort das Corpus luteum vor-

1) Haller Elem. Physiol. VIII. 33.
2) v. Baer epistola. p. 20.

handen, gegen eine innere Höhlung hin vielfach gefässreiche Falten aussendend.

Diese Angaben v. Baer's vermochten indess trotz ihrer Bestimmtheit und trotz der Bestätigung durch Valentin, Hausmann, Bischoff[1]) u. A nicht eine andere Auffassung zu beseitigen, wonach das Corpus luteum vorzugsweise aus einem in das Innere des geborstenen Follikels ergossenen Blutklumpen hervorgegangen sei. So nennt z. B. Henle in seiner allgemeinen Anatomie[2]) die gelben Körper geradezu „in Entfärbung und Organisation begriffen Extravasate". Zwicky, der unter Henle's Leitung ausdrücklich an die Untersuchung der Corpora lutea sich machte, um die dabei erfolgenden Umwandlungen des Blutes zu verfolgen, kam bald wider Erwarten zur Ueberzeugung, dass ein Blutcoagulum an der Bildung des Corpus lut. kaum sich betheilige[3]). Andere Beobachter kamen zu demselben Resultate, trotzdem zieht sich die Sage von dem Hervorgehen der Corpora lutea aus organisirten Blutergüssen in einzelnen Ausläufern noch bis in Lehrbücher neuesten Datums hinein[4]), wahrscheinlich wohl darum, weil es so nahe liegt, die gelbe Färbung jener Körper mit der Farbe des ergossenen Blutes in Beziehung zu setzen. Allein auch die Blutergüsse beim Platzen der Follikel sind Nichts weniger als allgemein constatirt. Coste, welcher ein bedeutendes Material an Eierstöcken frisch menstruirter Weiber zur Verfügung gehabt hat und dem wir sehr genaue, von Baer's Angaben bestätigende Beobachtungen über die makroscopische Entstehungs- und Umwandlungsgeschichte der Corpora lutea verdanken, spricht sich also über den Punkt aus: „A peine les parois des follicules de Graaf se sont rompues et vidées, que déjà leur cavité est envahie

1) Valentin, Entwickelungsgesch. d. Menschen. Berl. 1835. p. 40.

Hausmann, Ueber Zeugung und Entstehung der wahren weibl. Eier. Hannov. 1840. p. 88.

Bischoff, Entwickelungsgesch. d. Säugethiere u. d. Menschen, p. 33 und Entwickelungsgesch. des Kaninchen-Eies, p. 44. Im ersten Werke sagt Bischoff, man könne nicht darüber im Zweifel sein, dass die Bildung des Corpus lut. von der inneren Fläche des Graaf'schen Bläschens ausgehe, allein er nimmt dann weiterhin an, dass die Zellen des Membrana granulosa den gelben Körper bilden.

2) p. 894.

3) Zwicky l. c. Praefatio.

4) Man vergl. z. B. Hyrtl's Lehrbuch der system. Anat. 8. Aufl. p. 707.

5) Histoire du développement des Corps organisés. I. 245.

par une sorte de sécretion plastique, souvent colorée en rouge, quelquefois en brun rougeâtre, par le sang qui s'écoule de quelques vaisseaux ouverts. Mais cet épanchement n'a pas lieu habituellement. C'est une éspèce d'accident, qui se produit assez fréquement chez les Truies, et presque jamais chez les Lapins, les Chiens et l'éspèce humaine, à moins que ce ne soit le cas où les follicules s'ouvrent sans qu'une grossesse s'en suive. Presque toujours la matière exhalée est exclusivement transparente, gelatiniforme, adhérente, filante dans le principe, comme du verre fondu, prenant ensuite une consistance et une tenacité de plus en plus prononcée J'ai eu très souvent l'occasion d'en faire la remarque sur des femmes suicidées pendant la géstation. Lors donc que les physiologistes prétendent que les capsules ovariennes des vertébrés supérieurs se remplissent de sang immédiatement après la rupture de leurs parois, ils expriment une opinion inexacte, mettent l'apparence à la place de la réalite, prennent l'exception pour la règle. La production d'une lymphe plastique est le seul phénomène dont on doive reéllement tenir compte. Cependant il semble que ce phénomène ne soit pas tellement indispensable qu'il ne puisse arriver que, dans certains cas il ne se produise que d'une manière très peu sensible, ou qu'il ne fasse même entièrement défaut." Für Kaninchen, Hunde und Katzen hat Pflüger neuerdings eine Bestätigung dieser Coste'schen Angaben geliefert. Bei Eröffnung der Bauchhöhle lebender Thiere, bald nach dem Austritt der Eier fand Pflüger niemals Blut im Innern der geplatzten Follikel, wohl aber wurde solches nach gewaltsamer Tödtung der Thiere oft wahrgenommen[1]).

Auch der Membrana granulosa schreiben einzelne Autoren einen hervorragenden Antheil an der Bildung der Corpora lutea zu; bis jetzt fehlt indess, wie mir scheint, die Begründung für eine solche Annahme. Bischoff[2]), der sie in seiner Entwicklungsgeschichte vertreten hat, stützt sich auf die Wahrnehmung, dass die Wucherung bei Bildung des Corpus luteum von der innersten Schicht der Follikelhaut ausgeht, und dass das Corpus luteum wie die Membrana granulosa aus Zellen besteht. Auch R. Wagner vertrat diese Ansicht, und obwohl Leuckart[3]) mit Recht sich dagegen ausgesprochen hat, so ist sie

1) l. c. pag. 41.

2) Bischoff, Entw.-Gesch. d. Säugethiere etc. p. 33.

3) Leuckart im Artikel: »Zeugung« in Wagner's Handwb.

doch auch bis in neuere Werke übergegangen. So findet sie sich sehr entschieden bei Funke festgehalten, welcher das Corpus luteum geradezu mit dem Eidotter des Vogeleies vergleicht [1]), sie findet sich ferner vertreten in der kürzlich erschienenen Anatomie von Langer [2]). Selbst Pflüger, der allerdings die Entwickelung der gelben Körper nur beiläufig in den Kreis seiner Untersuchung gezogen zu haben scheint, leitet dieselben ganz unbedenklich von den wuchernden Zellen der M. granulosa ab [3]). — Ein Vergleich, wie der oben erwähnte von Funke, ist nur möglich, so lange die feinere Organisation des Corpus luteum nicht berücksichtigt wird, welche letztere, wie auch die nachfolgenden Mittheilungen zeigen werden, zunächst mit derjenigen der Membrana folliculi interna auf das Bestimmteste übereinstimmt.

Das Corpus luteum des Kuheierstocks bildet in seinem ausgebildeten Zustand ein, an seinem vorspringenden Theil unregelmässiges Ellipsoid von 2 bis 2¾ Cm. Durchmesser. Schon äusserlich sind an demselben verschiedene Zonen zu unterscheiden; der am meisten vorspringende Theil ist von einer flachen Grube eingenommen, in deren Grund weissliches Gewebe hervortritt, um sie herum läuft ein wulstig aufgeworfener ringförmiger Wall, der an seiner Basis durch eine Einkerbung von dem übrigen vorgewölbten Theil des gelben Körpers sich absetzt. Der fragliche Wall entspricht dem aus der Risswunde hervorgewucherten Theil der Membrrana folliculi; jenseits von dessen Basis, welche nicht selten von Blutgefässen ringförmig umkreist wird, ist der gelbe Körper von einer, nach unten dickeren, nach oben immer mehr sich zuschärfenden Parenchymschichte überzogen, in der, wie wir unten noch specieller zeigen werden, das Mikroskop stets unentwickelte Follikel in Menge nachweist; zuweilen können selbst etwas entwickeltere, Flüssigkeit führende Follikel, wenigstens im untern Theil dieses Ueberzugs liegen. Stets zeichnet sich die Aussenfläche des Corpus luteum durch ihren Reichthum an Blutgefässen sehr prägnant vor der übrigen Ovarialfläche aus. Die Stämmchen treten an der Basis des Hügels plötzlich aus der Tiefe des Eierstocks empor, und indem sie gegen die Kuppe des Gebildes sich hinwenden, geben sie links und rechts Zweige ab.

---

1) Funke, Physiol. II. Bd. 2te Aufl. 1858. p. 759.

2) Anatomie von Langer. p. 597.

3) Pflüger l. c. p. 95.

Der senkrechte Durchschnitt durch einen gelben Körper zeigt zunächst dessen bekannten strahligen Bau, welcher schon de Graaf aufgefallen war und ihn veranlasst hatte, das Corpus luteum mit einer conglomerirten Drüse zu vergleichen[1]). Nach dem Schwinden eines allfälligen Höhlenresiduums wird das Centrum des gelben Körpers von einem fibrösen Kern eingenommen, von welchem aus nach allen Richtungen dünne Fortsätze strahlig zur Peripherie vordringen. Von der gleichfalls fibrösen Membran, welche den gelben Körper äusserlich umhüllt, kommen ihnen ähnliche Fortsätze entgegen, so dass das ganze Organ in eine Anzahl von Sectoren zerlegt wird, die nun je von weicher gelber Masse eingenommen sind. (Vergl. Fig. 7 und Fig. 9.) Die äussere Hülle des gelben Körpers ist von weiten Gefässlücken auf das reichlichste durchsetzt, besonders finden sich in ihr flache venöse Sinus, von deren unregelmässiger Gestaltung man am bessten einen Begriff bekommt, wenn man die Ausgüsse derselben an einem injicirten Eierstocke auslöst. Nächstdem enthält die Hülle aber auch arterielle Gefässe und Lymphräume. Die Abgränzung gegen das Ovarialstroma wird hier, wie beim ungeplatzten Follikel wesentlich nur durch flache Gefässspalten bedingt, daher man stets in Verlegenheit kommen wird, wenn man die äussere Gränze der Membran bestimmen soll. In gleicher Weise wie die äussere Hülle ist auch der fibröse Kern von reichlichen venösen und lymphatischen Gefässlücken, sowie von Arterienstämmchen durchsetzt, somit von schwammigem Gefüge, und längs seiner Fortsätze treten die grösseren Gefässe von der Peripherie zum Centrum und umgekehrt. Durch einfachen Einstich lassen sich die, einer eigenen Wandung entbehrenden Gefässräume leicht injiciren, allein wie im übrigen Stroma, so ist es auch hier Zufall, ob man sofort Venen, oder ob man Lymphräume mit Masse erfüllt, da beide in ihrer äusseren Abgränzung analog sich verhalten. Bei kleineren Thieren kann statt des Gefässcomplexes im Kern des Corpus luteum eine einzige Sammelvene sich finden, so hat es Schrön beim Ovarium der Katze gefunden und abgebildet und ich kann dasselbe für die Ratte bestätigen. Solche kleine mit einer einzigen Centralvene

1) Quae vero secundum naturam aliquando tantum in mulierum testibus inveniuntur, sunt globuli, qui glandularum conglomeratarum ad instar ex multis particulis a centro ad peripheriam recto quasi ductu tendentibus conflantur et propria membrana obvolvuntur. l. c. pag. 296.

versehene gelbe Körper bieten in ihrem mikroskopischen Habitus grosse Aehnlichkeiten mit Leberlobulis, umsomehr da auch in ihnen die Capillaren und die zwischen diesen gedrängt liegenden Zellenmassen eine strahlige Anordnung zeigen.

Das gesammte Parenchym des gelben Körpers erscheint ausnehmend gefässreich und muss in Hinsicht der Capillarmaschenenge den blutreichsten Organen des Körpers zur Seite gestellt werden. Stämmchen von $\frac{1,8-3\frac{1}{2}'''}{1000}$ Dicke drängen von der Peripherie, sowie von den Strahlen des fibrösen Kernes aus allenthalben in das gelbe Parenchym ein, und lösen sich hier rasch in ein Capillarnetz auf, dessen Zweige, bei einem Durchmesser von $\frac{3-3\frac{1}{2}'''}{100}$ Maschen von nur $\frac{1-2'''}{100}$ Durchmesser bilden. Im äusseren Theil der Corp. lut. pflegen diese Maschen noch rundlich polygonale Gestaltung zu haben, während sie gegen das Centrum hin sich etwas in die Länge strecken. Nächst den Blutgefässen bemerkt man aber im gesammten gelben Parenchym ein System von netzförmig verbundenen Hohlgängen von $\frac{1-2'''}{100}$ Dm., welche auch bei der vollständigsten arteriellen und venösen Gefässfüllung leer bleiben. Diese Gänge sind die Lymphkanäle des Corpus luteum, sie laufen vielfach dicht neben den Blutgefässstämmchen und hängen nach Aussen mit einem reichen, in der Hülle befindlichen Lymphnetz zusammen, von dessen genauerm Verhalten unten die Rede sein soll. Silberinjection lässt an den Kanälen durchweg die bekannte Epithelzeichnung erkennen.

Nächst dem Gefässgerüst besteht das Parenchym der gelben Körper beinahe ausschliesslich aus den bereits vielfach untersuchten Zellenmassen. Wie schon Schwann, Zwicky[1]) und alle Späteren hervorgehoben haben, so lassen sich auf dem Weg des Zerzupfens zwei Hauptformen von Zellen aus dem Corpus lut. isoliren, einmal blasse Spindelzellen von $\frac{1\frac{1}{2}-2'''}{100}$ Länge und $\frac{2\frac{1}{2}-3'''}{1000}$ grösster Dicke, mit länglich ovalen Kernen, die nicht selten ausser ihren Hauptausläufern noch einen oder mehrere kürzere Zweigausläufer abgeben, und zweitens die grossen bis zu $\frac{1-2'''}{100}$ im Durchmesser messenden Zellen, welche die Träger der gelben Körnermassen sind. Letztere Zellen können in ihrer Grösse und Form vielfach variiren. Meist ist ihre Gestalt eine länglich polygonale, derjenigen der Vorderhornzellen des Rückenmarks nicht unähnlich; an verschiedenen Stellen laufen sie in Fortsätze

1) Vergl. Zwicky, l c. p. 15.

aus, die mit breiter Basis beginnend, in der Regel bald aufhören, um zuweilen plötzlich in feine Fäden auszulaufen, über deren Schickes schwer ist, etwas genaueres zu constatiren: dieselben scheinen in den schmalen Interstitien zwischen den Zellen und den Blutgefässen ein feines Gerüst zu bilden.

Im Corpus luteum der Kuh vermisst man bei den grösseren Zellen die Ausläufer selten, dagegen fand ich deren keine in den von mir untersuchten gelben Körpern des Schweines. In der Regel sind die Zellen in einer Richtung länger als in den übrigen und stehen alsdann mit ihrer Längsachse radial zum Centrum des Körpers. Sei nun der Zellkörper bipolar, tripolar oder multipolar, so zeichnet er sich stets durch gerundete Formen aus, er wird zwischen den Abgangsstellen seiner Ausläufer von convexen Grenzlinien umsäumt, und jede Zelle erhält auf die Weise ein eigenthümlich behäbiges Ansehen. Der Kern ist gross, durchsichtig, nicht selten doppelt vorhanden; das Pigment der Zellen liegt zunächst um den Kern herum oder überhaupt im mittleren Theil des Zellkörpers angehäuft in Form von kleinen gelben Tropfen oder Körnchen. Durch Aether oder Chloroform lässt sich die gefärbte Materie völlig ausziehen, allein auch nach dieser Behandlung behalten die Zellen in ihrem mittleren Theil immer noch ein körniges Ansehen. Neben den eben geschilderten üppigeren Zellengebilden und den blassen Spindelzellen finden sich übrigens noch mannigfach anderweitige Formen, theils kleinere rundliche, ovale oder polygonale Zellen, theils Uebergangsbildungen zwischen den beiden Hauptformen. Die kleineren Zellengebilde finden sich besonders in den Theilungswinkeln der Gefässe oft dicht gedrängt beisammen, Pigment pflegt in ihnen entweder zu fehlen oder erst in vereinzelten Tropfen aufzutreten.

Was nun die Anordnung der verschiedenen Formen von Zellen betrifft, so ist unschwer zu zeigen, dass die Spindelzellen allenthalben die Begränzung von Gefässen bilden. Schon in Zerzupfungspräparaten fällt es auf, dass die Spindeln vielfach in zusammenhängenden Strängen umherschwimmen, die zuweilen sogar sich verästeln (Fig. 10). Bei genauerer Betrachtung findet man im Innern wenigstens der breiteren Stränge ein Gefässlumen. Ebenso kann man an Durchschnittspräparaten von der Beziehung der Spindelzellen zu den Gefässen sich überzeugen. Auch die Lymphkanäle sind von dicht gedrängten Strängen von Zellen umhüllt, welche jedoch nicht eigentlich spindelförmig, sondern langgestreckt und eckig sind und von

ihren dem übrigen Gewebe zugekehrten Seiten kurze Ausläufer in dieses abgeben, ähnlich wie die früher von mir geschilderten Zellen, welche die Lymphgefässe des Froschlarvenschwanzes umsäumen [1]).

Ich kann die eben geschilderten Umgränzungsverhältnisse der Gefässe nicht verlassen, ohne auf die Bildung der Blutgefässwand selbst mit wenigen Worten einzutreten. Bei den bedeutenden Modificationen, welche besonders auf Max Schultze's Anregung hin, unsere Vorstellungen vom Zellenbau erfahren haben, ist natürlich die alte Schwann'sche Lehre von der Entstehung der Capillargefässe aus verschmolzenen Zellhöhlen ein Anachronismus geworden und eine Umgestaltung dieser Lehre erscheint unerlässlich. Nach den gleichzeitigen Mittheilungen von Eberth, von L. Auerbach und von Aeby soll nun die Capillarwand auch im ausgebildeten Zustand, ähnlich der Wand der Lymphwurzelröhren nur aus platten, dicht aneinander anschliessenden Spindelzellen bestehen. Alle drei Autoren sind mit Hülfe der Silbermethode zu ihren Ergebnissen gelangt. Die Bilder, auf welche diese Aufstellung sich stützt, glaube ich, wenigstens zum Theil, schon seit längerer Zeit zu kennen. Als ich nämlich vor etwa 3 Jahren bei einer Controllarbeit über Muskelnerven den Versuch machte, Muskelfasern erst mit Silberlösung zu behandeln und dann durch concentrirte Kochsalzlösung zu isoliren (was beiläufig gesagt, vortrefflich gelingt), fand ich die gleichfalls isolirten Capillaren von einem langmaschigen Netz von schwarzen, feinwelligen Linien bedeckt. Die Aehnlichkeit des Bildes mit denjenigen von silberbehandelten Lymphkanälen fiel mir zwar sofort auf, allein ich glaubte mich zu überzeugen, dass die fragliche Zeichnung von Gebilden herrührt, die der Gefässwand äusserlich aufliegen. Später habe ich bei den vielfach vorgenommenen Silber-Injectionen von Blutgefässen das Bild sehr oft wieder gesehen und stets auf ein der Capillarwand anliegendes feines elastisches Fasernetz bezogen. Der Grund, wesshalb mir trotz der Aehnlichkeit des Bildes mit dem der Lymphwurzeln, die Identität der Zusammensetzung nicht einleuchten wollte, war folgender: Man sieht an jungen Gefässen dünner Häute,

1) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. XII. pag. 249 u. Taf. XXIV. Fig. 6.

2) Eberth, Würzburger physik. medic. Ges. 18. Febr. 1865. — Auerbach, Medic. Section der Schles. Gesellsch. 22. Febr. — Aeby med. Centralblatt 1865. No. 14. — Alle drei Mittheilungen kenne ich bis jetzt nur aus Prioritätsblättchen.

z. B. der Allantois, der fötalen Linsenkapsel, u. s. w., nicht selten eine Zeichnung, die auf eine andere Auffassung des Capillarbaues hinleitet. Vom Kern gehen nämlich oft feine Fäden körniger Substanz aus, welche nicht nur der Länge nach zusammenhängen, sondern auch ringförmig die Gefässe umgeben. Aehnliche Bilder erhielt ich auch zuweilen an Silberpräparaten reifer Theile, so vom ligamentum suspensorium hepatis kleiner Thiere (vergl. Fig. IV. auf Taf. XI). Gestützt auf diese Bilder glaubte ich annehmen zu müssen, dass allerdings die Capillarwand die Zellen noch in toto enthalte, allein in Form eines sternförmig verzweigten Bindegewebskörpers und ich schrieb der übrigen Capillarwand die Bedeutung einer verdichteten Intercellularsubstanz zu, ähnlich anderen Glashäuten. In einem Aufsatz von Klebs über glatte Muskelfasern der Froschharnblase finden sich Andeutungen, dass dieser Autor Aehnliches wie ich gesehen hat[1]).

So lange nun nicht die ausführlichen Belege der drei oben erwähnten Forscher vorliegen, muss ich es meinerseits für unentschieden halten, ob die von ihnen mitgetheilte Deutung des Capillarbaues, die sich unzweifelhaft theoretisch sehr empfiehlt, über die oben angedeutete den Vorzug verdient. So viel ist jedenfalls sicher, dass die Schwann'sche Lehre von der Capillarbildung fallen muss, und dass die Capillargefässe, sei es so oder anders, die Bedeutung von Inter- oder Paracellulargängen erhalten.

Doch wir kehren zum Corpus luteum zurück und fügen noch einige Worte bei über die Lagerung seiner Pigment führenden Zellen. Dieselben nehmen die Zwischenräume ein zwischen den Gefässen und zwar so, dass in den meisten Fällen nur eine oder zwei Zellen in eine Capillarmasche zu liegen kommen, Von den Gefässen selbst und von einander sind sie meist durch sehr schmale durchsichtige Zwischenräume getrennt, welche theils von einer gallertigen Zwischensubstanz, theils aber auch von feinen Fadennetzen eingenommen zu sein scheinen. Nicht selten jedoch sieht man auch streckenweise Zelle an Zelle dicht gedrängt liegen, und so Stränge bilden, welche entweder stärkeren Gefässstämmen folgen, oder zwischen solche als Verbindungsbrücken sich einschieben. Die kleineren, theils eckigen theils auch rundlichen Zellformen finden sich in der Regel nesterweise beisammenliegend und zwar besonders in den Theilungswinkeln etwas stärkerer Gefässe.

---

1) Virchow's Archiv. Bd. XXXII, pag. 173.

Das ganze Bild des entwickelten gelben Körpers stimmt, wie man sieht, in allen Hauptpunkten völlig überein mit demjenigen der reifen inneren Follikelhaut. Wie dort, so haben wir auch hier ein sehr gefässreiches Gewebe, welches alle Anzeichen sehr lebhaft in ihm erfolgender Vegetationsvorgänge trägt. Wie dort so ist auch hier von einer Intercellularsubstanz kaum die Rede; das Gewebe, soweit es nicht aus Gefässen besteht, wird gebildet aus üppig ernährten Zellen mit reichlichen, theils aus gefärbtem Fett, theils aus albuminösen Materien gebildeten körnigen Einlagerungen. Gehen wir aber noch weiter zurück, so treffen wir schon dieselben Züge verwandtschaftlicher Entwickelung in den für den Katzeneierstock geschilderten Kornzellen, welche, wie wir sahen, Anfangs regellos im Parenchym auftreten, bevor sie in geordneter Weise zur Follikelhaut sich sammeln. Auch diese Gebilde zeichnen sich nicht allein von Anbeginn an durch üppiges Wachsthum und durch reichliche Ablagerung theils fettiger theils albuminöser Körner in ihrem Innern aus, sondern sie können selbst bei einzelnen Thierspecies schon sehr prägnant die gelbe Färbung annehmen, welche man als charakteristisch für das Rückbildungsprodukt der Follikel ansieht.

Es liefert sonach die Uebereinstimmung des Baues eine Bestätigung für die auf makroskopischem Wege von v. Baer, Coste u. A. gelieferte Bildungsgeschichte der Corpora lutea. Allein, wenn auch das gelbe Parenchym unmittelbar aus der Membrana folliculi interna hervorgeht, sollte nicht vielleicht wenigstens der fibröse, im Innern des ausgebildeten gelben Körpers befindliche Kern von einem organisirten Gerinsel, oder von Resten der Membrana granulosa abstammen? Das Studium des ausgebildeten Corpus luteum giebt natürlich auf diese Frage keine Antwort, wohl aber die mikroskopische Verfolgung des sich bildenden gelben Körpers, und da diese auch noch in anderer Hinsicht sehr belehrende Resultate liefert, so wollen wir kurz auf dieselbe eingehen.

Durchschneidet man einen kürzlich geplatzten Follikel, so findet man bekanntlich dessen innere Haut in vielfache, gegenseitig an einander sich andrängende Falten gelegt, welche einen grossen Theil der früheren Höhlung erfüllen. Feine Schnitte durch eine solche nach dem Bersten des Follikels gefaltete Membran zeigen in ihr ein Bild, wie man es weder in den früheren, noch in den späteren Entwickelungsstadien findet. In Folge lebhafter Wucherung nämlich erscheint die ganze Membran auf das reichlichste von kleinzelligen

Bildungen durchsetzt. In den äussersten Schichten sind es noch vorwiegend kürzere Spindelzellen, sowie kleine eckige oder ovoide Formen, nach der innern Oberfläche hin nehmen aber mehr und mehr rundliche Formen überhand, welche indess noch durch ein Gerüstwerk spindelförmiger oder verzweigter Zellen zusammengehalten werden, so dass nun hier das Gewebe stellenweise ganz den Charakter adenoider Substanz annimmt. Ueber das Verhalten der Blutgefässe in diesen Entwickelungsstadien kann ich desshalb weniger berichten, weil mir aus demselben zufälliger Weise keine Injectionspräparate zu Gebote stehen. Ohne Injection ist indess soviel leicht zu erkennen, dass jene auch hier durchweg als verzweigte und netzförmig verbundene Stränge von Spindelzellen sich darstellen.

In ihrem Mitteltheil enthält jede Falte einen derbern, gleichfalls zum grösseren Theil aus Spindelzellen gebildeten Strang, der sich in die Zweigfalten hinein fortsetzt und in dessen Innerem von Anbeginn an weite, verzweigte Lücken, Lymph- und zum Theil wohl auch Venenräume wahrnehmbar sind.

Die weitere Entwickelung der gelben Körper führt bekanntlich zunächst zum Verschluss der Risswunde in Folge des Anschwellens der wuchernden Follikelwand. Die Falten der letztern verschmelzen unter einander und es bildet sich so ein mehr homogener Körper, der eine, je länger je enger werdende Höhlung, den Rest der früheren Follikelhöhle umschliesst. In diesem Stadium untersucht, giebt das Corpus luteum wieder ein etwas anderes Bild als zuvor: die innere Begränzung desselben wird gebildet durch eine Lage von verdichteter Substanz, welche nach innen gegen ein unorganisirtes Gerinnsel völlig scharf absetzt; nach aussen giebt sie Fortsätze ab, welche zum Theil bis zur Peripherie vordrängen, zum Theil jedoch diese nicht erreichen, während andere derbe, von der Peripherie ausgehende Fortsätze auch nur zum Theil bis zur innern Membran hingelangen. Das Gewebe der inneren Membran und ihrer Fortsätze besteht aus dicht gedrängten nach verschiedenen Richtungen sich durchkreuzenden kürzeren Spindelzellen mit sparsamer Zwischensubstanz; am dichtesten beisammen und zugleich am kürzesten sind sie unmittelbar an der der Höhle zugekehrten Seite der Membran. Das Parenchym nach aussen von der Membran besteht, abgesehen von den Gefässen bereits wiederum aus grösseren körnerreichen Zellen, welche mit Ausnahme des etwas geringeren Volumens alle jene Charaktere besitzen, wie die Zellen des völlig ausgebildeten gelben

Körpers. Die Mehrzahl derselben erscheint in einer Richtung etwas länger als in den übrigen und zwar sind dieselben mit ihren Längsachsen radical gelagert.

Bei noch weiter gediehener Entwickelung der gelben Körper sieht man die Höhle im Centrum kleiner werden und schliesslich schrumpft die sie umgränzende dicke Membran zu jenem fibrösen Kern zusammen, von dessen Verhalten früherhin die Rede war. Es lässt sich sonach direct zeigen, dass dieser Kern gleichfalls aus der inneren Follikelhaut hervorgeht, und zwar aus deren innersten Lagen, welche von Anbeginn an nach dem Platzen des Follikels der Sitz der reichlichsten Zellwucherung gewesen sind.

Rückbildung der gelben Körper.

Nachdem wir die gelben Körper bis zum Höhepunkt ihrer Entwickelung verfolgt haben, gehen wir auch kurz auf ihre Rückbildung ein und zwar wähle ich hier wiederum den Weg, ein gegebenes Entwickelungstadium herauszugreifen und näher zu schildern. Als solches Stadium wähle ich das, sehr häufig zur Beobachtung gelangende, das auf Fig. 7 a. Cl. abgebildete ist. Die Umgränzung des gelben Körpers ist hier noch eine sehr bestimmte, hauptsächlich durch das dunkelbraune Pigment markirt. Die Form ist länglich abgeplattet, die Längsachse steht zur Oberfläche des Ovarium mehr oder weniger genau senkrecht. In der Axe des Körpers findet sich oft noch ein besonderer Längsstrang von derber, gefässarmer Beschaffenheit. Das braune Pigment, das allenthalben in Zellen eingeschlossen ist, zeigt in seiner Anordnung ein charakteristisches Verhalten, theils liegt es zu beiden Seiten und im Innern des eben erwähnten mittleren Stranges, theils findet es sich in zusammenhängenden Bändern an der Peripherie des Körpers und bildet dessen Abgrenzung gegen das umgebende Stroma, theils endlich ist es zu strahligen Zügen geordnet, welche von der Peripherie des Körpers gegen den Centralstrang hin laufen. Bei genauerer Beobachtung sieht man, dass dasselbe mit besonderer Vorliebe venösen Gefässen folgt, bald schmale Streifen an ihrer Aussenseite bildet, bald diese mit einem dicken Mantel umhüllt. Allenthalben ist das Pigment in Form gröberer eckiger Körner in länglich ovalen Zellen (von etwa $\frac{3-4}{1000}$''' Breite und $\frac{6-8}{1000}$''' Länge) eingeschlossen, welche durch Zwischensubstanz von einander geschieden sind. Nächst dem Pigment ist ein zweites Vorkommniss in hohem Grad auffällig. Es sind dies

Arterien von ganz enormer Dickwandigkeit; es finden sich Stämme von $\frac{5-8}{100}$''' Durchmesser mit einem Lumen, das im injicirten Zustand nicht mehr als $\frac{\frac{1}{2}-1}{100}$ misst, neben ihnen auch solche Stämme, an denen das Lumen ganz zu fehlen scheint. Diese Stämme verlaufen nach verschiedenen Richtungen im Gewebe zwischen den Pigmentstrahlen. Die weitern Charaktere der sich rückbildenden gelben Körper sind mehr negativer Art; an die Stelle jenes mächtigen, aus wohlgenährten Zellen gebildeten gelben Parenchyms ist ein Gewebe getreten, welches vom übrigen Eierstocksstroma kaum in irgend einer bemerkbaren Weise sich unterscheidet, höchstens dass in ihm eine etwas reichlichere Anhäufung von Intercellularsubstanz sich findet, als wir sie sonst zu treffen gewohnt sind. Das Gewebe enthält zwar immer noch reichliche Blut- und Lymphgefässe, allein mit jenem colossalen Blutreichthum, wie er den gelben Körper im Stadium seiner höchsten Blüthe auszeichnet, ist doch kein Vergleich mehr möglich, und insbesondere sind alle jene weiten Venen und Lymphräume geschwunden, welche das strahlige Gerüst und die äussere Hülle des gelben Körpers durchsetzt hatten. Als eigenthümlichen Rest des über das Niveau des Eierstocks hervorgequollenen Theiles des Corpus luteum trifft man oft noch zarte Fransen (Taf. VIII. Fr.), die nur aus kleinen Gefässstämmchen mit ihren Adventitien bestehen, im Uebrigen aber völlig durchbrochen sind. Man wird selten einen älteren Kuheierstock in die Hände bekommen, an dem nicht ein oder einige solcher Gebilde wahrnehmbar wären [1]).

Von dem soeben geschilderten Stadium des gelben Körpers, in welchem noch die ganze ursprüngliche Anlage erkennbar ist, ist nur noch ein kleiner Schritt zur völligen Involution. Sowie nämlich das Pigment resorbirt ist, so verschmilzt das früher so mächtige Gebilde mit dem übrigen Gewebe des Eierstocks in ziemlich unkennbarer Weise, und nur an der Disposition der Gefässe am injicirten Präparate wird das kundige Auge noch die Spur dessen finden, was früher vorhanden war. Ueber dem zum Stroma umgewandelten gelben Körper tritt aber die früher von ihm zur Seite gedrängte

1) Diese Gebilde, von denen ich Anfangs glaubte, sie seien noch unbeachtet geblieben, sind schon von Kehrer (Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift III. Bd. 20. p. 19 u. f.) gesehen worden; auch dieser Beobachter, der sie als Pseudomembranen beschreibt, fand sie am Ovarium auf alten gelben Körpern aufsitzend, ausserdem hat er ähnliche Bildungen an den Tuben und den Fimbrien gesehen.

Eierstocksrinde wieder in ihre Rechte und aus unscheinbaren Anlagen können nun Follikel entstehen, welche jenen völlig in die Tiefe drängen. Solche verkümmernde gelbe Körper mit einer von kleinen Follikeln überdeckten Aussenfläche kommen nicht selten zur Beobachtung, und in eben dem Maasse als diese sich entwickeln, wird natürlich auch die Oberfläche des Eierstocks nach aussen vorgeschoben, während das innere Stroma den Zuwachs des Involutionsgebildes erhält.

Wie haben wir uns nun aber diese ganze Umwandlung des gelben Körpers zu erklären. Den Fingerzeig giebt, wie mir scheint, das Verhalten der Gefässe. Wie wir gesehen haben, ist das Gefässnetz des gelben Körpers auf dem Höhepunkt seiner Entwickelung nicht allein ungemein reich und dicht, sondern dasselbe setzt sich aus durchweg sehr engen Capillaren zusammen. Das ganze System bietet einen bedeutenden Stromwiderstand, wie schon daraus ersichtlich ist, dass eine vollständige Injection desselben nicht leicht gelingt. Die zuführenden Gefässe, welche das System speisen, sind im Verhältniss zu diesem keineswegs so sehr mächtig, und jedenfalls sind in ihren vielfältigen Windungen Widerstände in Menge gegeben, welche den Druck des zum gelben Körper gelangenden Blutes sehr herunter setzen müssen. So lange nun bei dem Turgor der Brunst und der nachfolgenden Gravidität die Ovarialgefässe erweitert und auf das reichlichste gespeist sind, so wird auch im gelben Körper die Cirkulation sich ungehemmt erhalten. Sowie dagegen die Zufuhr bei eintretender Gefäss- und Stroma-Contraction gemindert wird, so wird auch sofort das gesammte Bild sich ändern müssen. Die gleichfalls von der Contraction betroffenen Arterien des gelben Körpers selbst wandeln sich in jene so unverhältnissmässig dickwandigen Gebilde um, von welchen oben die Rede war; in den engen Capillaren wird die Blutbewegung völlig sistirt, und blos die etwas weiten Röhren 2ter Ordnung werden noch Blut erhalten. Das führt nun aber anderseits zur Atrophie jener Zellen, die neben den Gefässen beinahe allein das gelbe Parenchym des Körpers gebildet hatten. Mit der geringern durch das Organ strömenden Blutmenge werden aber auch die weiten venösen und lymphatischen Abzugskanäle überflüssig; auch in ihnen stagnirt die Flüssigkeit und sie schliessen sich bei gleichzeitiger Schrumpfung des umgebenden Gewebes zum grössten Theil. Hiermit fällt nun die Abgränzung der gelben Körper von der Umgebung hinweg, welche, wie früher gezeigt wurde, nicht

in den histologischen Eigenthümlichkeiten der sogenannten Membran, sondern einzig und allein im Vorhandensein der weiten Gefässräume ihren Grund hatte.

Woher rührt nun aber das dunkle Pigment älterer Corpora lutea? Am nächsten liegt es allerdings, dasselbe vom Pigment der früheren Parenchymszellen abzuleiten; allein dafür fehlt, wie ich glaube, die Berechtigung. Hätte dasselbe diesen Ursprung, so müsste es überall da zu treffen sein, wo früher das gelbe Parenchym angehäuft war, statt dessen finden wir, dass es in seiner Anordnung den fibrösen Gebilden folgt, welche das gelbe Parenchym durchsetzten und umhüllten, oder genauer gesagt, dass es den venösen Abzugskanälen folgt, welche das Blut aus dem gelben Körper abführten. Dies scheint entscheidend für die Beurtheilung des Ursprungs; hiernach erscheint kaum anders denkbar, als dass das Pigment aus Blutfarbstoff stammt, welcher aus dem in den Venenräumen stagnirenden Blut in die Umgebung transsudirt ist und sich in den angränzenden Gewebszellen angesammelt hat.

Was das Schicksal der früheren Pigment führenden Parenchymzellen betrifft, so ist es nicht leicht, dasselbe völlig zu verfolgen. Ein Theil von ihnen wird wohl schon frühzeitig zur Gefässbildung, insbesondere zur Bildung der arteriellen Muskulatur mit hereingezogen, die übrigen kommen bei stagnirendem Blutumlauf in den Fall sich einzuschränken, müssen ihren Stoffüberfluss abgeben (der zum Theil zur Bildung von Intercellularsubstanz verwendet wird), und so schrumpfen sie zu jenen unscheinbaren Gebilden ein, die wir in späteren Stadien im Gewebe finden.

Ist die obige Schilderung der Bedingungen des Rückbildungsvorganges in ihren Hauptzügen richtig, so ist auch leicht einzusehen, warum das Corpus luteum zur Zeit der Gravidität, die neben dem Uterus auch dem Ovarium noch mächtige Blutmengen zukommen lässt, eine so ganz andere ist, als in jenen Perioden, da die ovariale Congestion völlig herabgesezt ist.

Ueberblicken wir nochmals den ganzen Vorgang der Ovarial-Entwickelung, so sehen wir, dass von Anfang an zwei differente Anlagen gegeben sind, von denen die eine aus dem Hornblatt stammende zum Follikelinhalt, die andere, vom mittleren Keimblatt geliefert, zum Stroma und seinen Produkten wird. Zwischen der Ent-

wickelung beider Anlagen besteht von Anbeginn eine Art von Wettstreit. Während die Zellenmasse, welcher der Follikelinhalt späterhin sein Dasein verdankt, an der Peripherie immer fortwuchert und an Umfang zunimmt, rückt unaufhaltsam von Innen her das Stroma vor, sondert die äussere Zellenmasse in längliche, Anfangs noch zusammenhängende Colonnen, diese dann wiederum, von Innen nach Aussen fortschreitend in kleinere Segmente, die primordialen Follikel. Beim Menschen hat, den vorhandenen Beobachtungen zufolge, zur Zeit der Geburt der Prozess der Follikelsonderung sein Ende erreicht; es tritt für die äusserste Lage des Drüsenparenchyms ein mehr stationärer Zustand ein, allein auch dieser scheint, soweit aus der bisherigen Erfahrung an erwachsenen Thieren ersichtlich ist, später wiederum durch neue Produktionsvorgänge periodisch unterbrochen werden zu können. Während nun schon früh im Bereich der äusseren Zellenanlagen ein Gegensatz von Ei- und von Epithelialzellen sich geltend macht, so tritt nun etwas minder scharf auch in der inneren Anlage ein Gegensatz auf, zwischen solchen Gewebsbestandtheilen, welche blass bleiben und nur mässig sich entwickeln und solchen, welche üppig auswachsen, Massen von Fett und anderen Materien in sich aufspeichernd. Jene Zellen werden zur Bildung der Gefässe und ihrer Wandung (zu der, wie wir gesehen haben, im weiteren Sinn das ganze derbe Stroma zu rechnen ist) verwendet. Diese ordnen sich bald in bestimmterer Weise um die Follikel herum und werden zum Parenchym der inneren Follikelhaut. Wie das Stroma überhaupt aus der Tiefe gegen die Oberfläche hin wächst, so rücken auch die Gefässe von da zur Peripherie vor, und sowie sie die innersten Follikelreihen erreicht haben, so erhalten diese einen mächtigen Entwickelungsvorsprung über die Gebilde äusserer Schichten. Eigenthümlich und keineswegs auf einfachem Weg zu erklären, bleibt die Wechselbeziehung, in der die Produkte beider Anlagen zu einander stehen. Jene reichen üppigen Zellenmassen, welche später zur Follikelhaut werden, treten schon mit den äussersten Capillaren in der Rinde auf, allein sie erstrecken sich nicht weiter einwärts als die Follikel, trotzdem dass es zu ihrer Ernährung im innern Drüsenkern an Blutreichthum nicht fehlen kann. Mit dem Wachsthum des Eies und der Granulosa nimmt für jeden Follikel auch ihre Menge zu. Den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreichen allerdings diese Bildungen in den Perioden unmittelbar nach dem Platzen des Follikels, allein dies ist nur ein Uebergang, bald schrum-

pfen auch sie zusammen und derbes gleichförmiges Stroma tritt an die Stelle des vor Kurzem so lebensvollen Gewebes.

Es ist, wie man sieht, eine Art Kampf um's Dasein, der von Anfang an zwischen innerer und äusserer Drüsenanlage sich fortspinnt, ein Kampf, in welchem schliesslich die innere Anlage den bleibenden Sieg davon trägt. Allein die so hartnäckig verdrängten Follikelgebilde üben offenbar auch einen fortwährenden Reiz auf die Entwickelung des Stroma und seine Gebilde aus, denn mit dem erlangten Sieg schrumpft die siegende Gewebsmasse selbst zusammen und Gefässe, welche noch vor Kurzem eine mächtige Rolle gespielt hatten, obliteriren ganz oder werden zu unbedeutenden Kanälen.

Ueber die Rückbildung ungeplatzter Follikel.

Wiederholt ist in neuerer Zeit darauf aufmerksam gemacht worden, dass auch für solche Follikel die Rückbildung eintreten kann, welche entweder ihre Entwickelung gar nicht vollendet haben, oder welche nach nahezu vollendeter Entwickelung nicht zum Platzen gelangt sind. So führt Pflüger[1]) verschiedene Beobachtungen an, welche eine fettige Entartung und Auflösung jugendlicher Follikel bei der Katze schon wenig Monate nach der Geburt wahrscheinlich machen; andererseits hat Henle[2]) faltige Körper im Innern der Ovarien menschlicher Neugeborenen beschrieben, welche er für collabirte Follikel hält. Ueber die Erfahrungen beider Beobachter habe ich insofern kein Urtheil, als mir ähnliche Objecte, wie die von ihnen beschriebenen, noch nicht begegnet sind, dagegen habe auch ich einige Bilder erhalten, aus welchen ich die Ueberzeugung schöpfte, dass die Follikel ohne vorheriges Platzen rückbildbar sind.

1) An den gut injicirten Ovarien einer Frau, welche in Folge einer anderweitigen Erkrankung vor der Zeit geboren hatte und 2 Tage nach der Geburt gestorben war, fand ich in grösseren etwa 1 Cm. messenden Follikeln die Innenwand gebildet durch eine gefässlose, eigenthümlich gelbliche und von viel schwarzem Pigment durchsetzte Schicht[3]). Kleinere Follikel derselben Ovarien zeigten von dieser

1) Pflüger l. c. p. 76.

2) Henle, Handbuch der Anatomie II. p. 488.

3) Auch Huschke l. c. p. 466 giebt an, in einzelnen Fällen eine mit schwarzem Pigment versehene Lage an der Innenseite der Follikel gesehen zu haben.

Schicht Nichts, sondern waren mit einer anscheinend völlig normalen Interna versehen. Die genauere Verfolgung der Schicht zeigte nun, dass sie, wie dies auch ihrer Lagerung entsprach, nichts Anderes war als die veränderte innere Follikelhaut. An verschiedenen Stellen sah man permeable Gefässstämmchen ein Stück weit in dieselbe eindringen, um dann mit einem Mal zu enden und in einen fibrösen Strang sich fortzusetzen. Das Pigment, in kleinen Zellen eingeschlossen, folgte nachweisbar ähnlichen verzweigten und unter einander bogenförmig zusammenhängenden Strängen, den Resten obliterirter Blutgefässe. Im Uebrigen hatte das Gewebe eine ziemlich homogene Beschaffenheit gewonnen und war in demselben ausser einer feinen radiären Streifung nicht viel wahrzunehmen. Ueber die Eier und über die Granulosa der fraglichen Follikel kann ich Nichts aussagen, indem mir das Präparat nicht frisch genug zuging. Es erhellt aus dieser Beobachtung soviel, dass in Folge irgend einer Veranlassung die Cirkulation in der inneren Follikelhant sistirt worden ist, wonach die Gefässe obliterirten, der austretende Blutfarbstoff zu Pigment wurde und an die Stelle des weichen gefässreichen Gewebes eine völlig gefässlose derbe fibröse Masse trat. Dass unter diesen Verhältnissen das Ei noch in gehöriger Weise sich ernährt habe, ist zum Mindesten sehr unwahrscheinlich.

2) Etwas andere Beobachtungen hatte ich mehrfach Gelegenheit am Kuh-Eierstock zu machen. Hier nämlich fand ich Zeichen der Entartung an Follikeln von $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$ mm. Länge auf 1 mm. Breite. Ein Theil dieser Follikel besass zwar eine Interna, deren äusserer Theil mit schlingenförmig umbiegenden injicirten Capillaren versehen war, allein nach Innen von dieser lag eine völlig gefässlosse Schicht einer blassen, concentrisch streifigen Bindesubstanz; die Zellen der Granulosa waren nur noch in vereinzelten Exemplaren vorhanden als körnige Zellen von $\frac{3-5}{1000}$''' Durchmesser und, soweit ich erkennen konnte, unmittelbar von der Bindesubstanz umwachsen; an der Spitze der Follikelhöhle fand sich eine grössere unregelmässige Anhäufung körniger Substanz (der Rest des Diseus mit dem Ei?). Bei andern Follikeln war die Metamorphose der inneren Membran noch weiter fortgeschritten, insofern als dieselbe völlig gefässlos war und nur aus einer blassen Bindesubstanz bestand, in welcher die Reste früherer Gefässe als feine bogenförmig sich verbindende Stränge erkennbar waren; auch hier waren die Zellen der Granulosa ganz vereinzelt, und an der Stelle des Eies fand sich eine unregelmässige Anhäufung

von Fettmassen. Ein Theil der so veränderten Follikel lag in der Nähe eines frischen gelben Körpers und es legt dies die Vermuthung nahe, dass unter Umständen der wachsende gelbe Körper einen Theil der in seiner Nachbarschaft liegenden jüngeren Follikel durch Compression zur Atorphie bringen könne; dass dies indess nicht für alle über den gelben Körpern befindlichen Follikel eintreffe, wurde oben gezeigt. Störungen in der Cirkulation werden wohl in den meisten Fällen der Follikelentartung vorausgehen, indess sind natürlich auch noch andere Wege denkbar, wie diese eingeleitet werden kann.

Ueber die Lymphgefässe des Eierstockes.

Wiederholt wurde in der bisherigen Arbeit der Lymphgefässe des Eierstocks gedacht; es sind dieselben von früheren Forschern verschiedentlich vom Hilus abgehend gesehen worden, ihr Verhalten im Innern des Organes ist indess meines Wissens bis dahin nicht untersucht worden, und so ist es wohl gerechtfertigt, wenn ich noch einmal im Zusammenhang auf dieselben zurückkomme.

Wie in anderen Organen, so ist auch im Eierstock das Auftreten der Lymphgefässe an das Vorhandensein der Blutgefässe geknüpft, und mit der relativen Menge der letzteren nimmt auch ihre Entwickelung zu. Halten wir uns zunächst an die Oberfläche des Ovarium, so gelingt es hier niemals, an deren blutgefässlosen Strecken Lymphräume durch Einstich zu füllen, dagegen geschieht die Injection mit grosser Leichtigkeit an allen jenen Stellen, die wir früher schon ihres reicheren Gefässgehalts halber namhaft gemacht haben, nämlich an der Oberfläche vorspringender grösserer Follikel, an der Oberfläche gelber Körper in verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung und an dem, neben dem Hilus befindlichen, vom drüsigen Parenchym unbekleideten Stromasaum (vergl. oben p. 169).

Eine Einspritzung durch einen sehr oberflächlichen flachen Einstich füllt an letzterer Stelle ein reiches Netzwerk von Röhren, welche, vom Eierstock abgehend allmählig weiter werden, und schliesslich in klappenhaltige dem zuführenden Gefässstrang sich beimengende Stämmchen einmünden (vergl. Taf. VIII. u. Fig. 12). Dasselbe Netzwerk geht an der, dem Eierstocke selbst zugekehrten Seite in immer enger werdende Röhren über und endet an der Stelle, wo die Parenchymüberlagerung beginnt (an welcher Stelle auch die oberflächlichen Blutgefässe sich verlieren) mit flachen Maschen, von

welchen nur hie und da ein kurzer blinder Ausläufer eine kleine Strecke weit abgeht. Die Lymphkanäle verschlingen sich an der fraglichen Stelle auf das vielfältigste mit den weit engeren Blut-Capillaren, indess treten hier wie anderwärts die letzteren näher zur Oberfläche heran, als jene.

In ähnlicher Weise, wie der oberflächlich zu Tage tretende Theil des Hilusstroma ist auch sein tiefer liegender Abschnitt von Lymphnetzen reichlich durchzogen. Nicht selten gelingt es, dieselben geradezu durch Einstich zu injiciren, obwohl, wie schon oben gezeigt wurde, die Masse auf dem Einstichsweg auch in die Venen gelangen kann. Das Kriterium wird neben dem Typus der Verzweigung vor Allem im Charakter der ausführenden Stämme liegen. Das Verhalten der Lymphnetze zu dem umgebenden Gewebe ist hier dasselbe, wie in andern Organen: dieselben sind überall von einem durch Silberinjection nachweisbaren Epithel bekleidet, entbehren aber sonst einer selbstständigen Wandung.

Ein besonderes Interesse bietet das Verhalten der Lymphgefässe zu den Follikeln. An grossen, gegen die Oberfläche andrängenden Follikeln gelingt es leicht, ein Netz zu injiciren, das von der Basis des Hügels ausgehend, gegen dessen Kuppe hin sich erstreckt. Das Centrum der letzteren pflegt, soweit meine Erfahrungen reichen, keine Lymphgefässe mehr zu enthalten, indem diese früher umbiegen. Dieser vorspringendste Theil des Follikels ist auch blutgefäss, ärmer als der Rest, wie schon frühere Beobachter hervorgehoben haben und man kann ihn daher allerdings dem Stigma des Vogelfollikels vergleichen. Auch kleinere Follikel, sobald sie ihre Interna angelegt haben, sind bereits von einem Lymphnetz umsponnen, noch lange bevor sie die Oberfläche erreicht haben. Der Hauptsitz des follikulären Lymphapparates ist die tunica externa, besonders deren innere Lage. Dass auch in der Interna selbst Lymphkanäle vorkommen, ist mir zwar sehr wahrscheinlich geworden, ich vermochte indess nicht den sichern Injectionsnachweis zu führen. Die Corpora lutea sind, wie bereits gezeigt wurde, gleichfalls sehr reich an Lymphgefässen. Die Hauptkanäle folgen der Hülle und dem Balkenwerk des fibrösen Kernes, von da erstreckt sich ein reiches Röhrennetz in die Substanz des gelben Parenchyms, das schon am nicht injicirten Präparate an feinen Schnitten leicht erkannt wird (vergl. Fig. 9). Sehr leicht gelingt es, das Netz an der Aussenfläche vorspringender gelber Körper zu injiciren und auch hier muss zuweilen die Be-

schaffenheit der abgehenden Stämme die Garantie für die Lymphdiagnose liefern. Bei der Rückbildung der gelben Körper bleibt neben den stärkeren Gefässen auch das Lymphnetz bestehen, zwar scheinen auch seine Kanäle sich gegen früher zu verengern, immerhin sind sie auch in späteren Stadien noch ohne Schwierigkeit nachzuweisen.

Basel, den 8. April 1865.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. VIII.

Injicirter Eierstock einer jungen Kuh (Vergr. 1½). Lymphgefässe gelb. Cl. Entwickeltes Corpus luteum. F. Follikel. Fs. Gefässfranse über einem alten Corpus luteum (das Weitere ist im Text nachzusehen).

Taf. IX und X.

Fig. 1. Ovarien eines 6monatlichen menschlichen Fötus, senkrecht durchschnitten. Pinselpräparat (Vergr. 25) H. Str. Hilusstroma mit seinen Gefässen. P. Parenchym mit den bereits geschiedenen Follikeln R. Aeusserste Rinde des Parenchyms, aus welcher durch Pinseln die zusammenhängenden Haufen von Eizellen entfernt sind, so dass blos das Stromagerüst übrig geblieben ist.

Fig. 2. Schnitt aus der äussersten Rinde des vorigen Objectes (Vergr. 500) St. Das durch Pinseln frei gemachte aus Spindelzellen bestehende Stroma, Z einzelne Zellen aus dem Inhalt der Fächer.

Fig. 3. Aus demselben Präparat, Uebergangsbild, die Primordialfollikel PF sind schon von einander durch gefässführende Stromabrücken St getrennt, durch Pinseln sind auch einzelne Fächer F von ihrem Inhalt befreit.

Fig. 4. Ovarium der Katze. Rinde senkrecht durchschnitten (Vergr. 50) der Follikelinhalt ist nicht gezeichnet. CZ Cortikalzone, ScZ Subcortikalzone. FZ Follikelzone. Die Gefässe dringen bis in die innersten Schichten der Cortikalzone ein, bis eben dahin dringen auch die Stränge von Kornzellen KZ vor, welche in der Subcortikalzone mächtiger sich entwickeln, um endlich in der innerste Zone zu der Follikelmembran FR sich zu gestalten.

Fig. 5. Cortikalzone desselben Präparates bei stärkerer (500) Vergrösserung. H Hülle. PF Primordialfollikel. die schon in den äussersten Schichten ihr Epithel besitzen. KZ Kornzellen in Begleitung von Capillaren in die äussersten Schichten der Cortikalzone vordringend.

Fig. 7. Eierstock der Kuh (1½ m. Vergr.) senkrecht durchschnitten, nach Injectionspräparaten gezeichnet, rechts auch die Lymphgefässe Lg dargestellt. P. Dünne Parenchymrinde mit den in dieselbe eindringenden Gefässbüschelchen und mit einigen grösseren Follikeln. HSt. Hilusstroma mit seinen reichen Gefässlücken. Cl. Corpus luteum mit dem fibrösen Kern K. und den am Rande gefüllten Lymphgefässen. a. Cl. alter gelber Körper mit der strahligen Pigmentzeichnung und mit kleinen Arteriendurchschnitten.

Fig. 8. Membrana folliculi interna eines grossen Follikels der Kuh (Vergr. 500.) Das Capillarnetz ist injicirt, dazwischen liegen die reichlichen körnerhaltigen Zellen, die die Hauptmasse des Gewebes bilden.

Fig. 9. Querschnitt eines entwickelten und injicirten gelben Körpers der Kuh (Vergr. 6). H. Hülle, K. fibröser Kern, P. Parenchymsectoren. Die arteriellen Gefässverzweigungen sind durch die dunklen Linien angegeben. Die vielen in Hülle und Kern befindlichen Lücken sind theils venöse, theils lymphatische Räume. Die Lücken im gelben Parenchym L gehören sämmtlich zu den Lymphwegen.

Fig. 10. Elemente eines entwickelten gelben Körpers der Kuh durch Zerzupfen nach Jodserumbehandlung erhalten, a isolirtes aus Spindelzellen bestehendes Gefäss, b isolirte Spindelzellen, c grössere Zellformen mit pigmentirtem Fett.

Fig. 11. Lymphgefässe von der Oberfläche des Eierstocks neben dem Hilus von dem frei vortretenden Theil des Hilusstroma. St. Ausführende Stämmchen. PS. Dem Parenchym zugekehrter Saum des Lymphnetzes, an welchem die Gefässe enger werden und flache Endmaschen bilden.

Taf. XI.

Fig. 1. Querschnitt eines Schweinsembryo von 10 mm. Länge. A. Aorta, W. Wolff'scher Körper, M. Malpighi'sche Knäuel von der Aorta aus an die Innenseite des Wolff'schen Körpers tretend, D. Darm.

Fig. 2. Querschnitt durch ein bebrütetes Hühnchen von etwa 8 Tagen. A. Aorta mit den abgehenden Arteriae intervertebrales, W. Wolff'scher Körper, M. Malpighi'sche Knäuel. S. Sexualgang, O. Ovarium, im Innern einen grossen Gefässknäuel enthaltend, an der Rinde von einer doppelten Lage dunkler körniger Zellen (einem modificirten Wolff'schen Kanal) umgeben.

Fig. 3. Senkrechte Durchschnitte von Hühnerembryonen, vom 2ten Tage der Bebrütung, sämmtlich vor Schluss des Medullarrohres, A vom hinteren, B—D vom mittleren Leibesabschnitt. Mp. Medullarplatte, Hb. Hornblatt, Unf. Urnierenfalte, Sf. Falte zur Bildung des Sexualganges (?), Ch. Chorda dorsalis, Sp. Seitenplatten, Ur. Urwirbel, Ddrb. Darmdrüsenblatt.

Fig. 4. Capillaren aus dem lig. suspensorium hepatis des Meerschweinchen, mit Silberbehandlung (vergl. p. 188).

Beiträge zur Kenntniss der Monaden.

Von

L. Cienkowski.

Hierzu Taf. XII—XIV.

Die Entdeckung der Zoosporen hatte einen grossen Einfluss auf die Erkenntniss einfachster Lebensformen ausgeübt. Die Bewimperung, die freie Bewegung, die pulsirenden Räume, die Contractilität des Körpers, die man als ausschliessliche Eigenschaften des einfachsten Thieres hinstellte, wurden nach und nach bei den Zoosporen unzweifelhafter Pflanzen gefunden. In Folge dieser Resultate hat sich die Vermuthung, die Monaden wären nur bewegliche Keime verschiedener Algen und Pilze als die wahrscheinlichste von selbst aufgedrängt. In einigen Fällen gelang es denn auch in das Thierreich verirrte Zoosporen, die als selbstständige Monaden beschrieben waren, den rechtmässigen Pflanzenältern abzuliefern. Dass diese Beispiele bei ferneren Forschungen sich mehren werden, ist nicht zu bezweifeln; dessenungeachtet erweist die Erfahrung, dass eine ganze Reihe der Monaden einen eigenthümlichen Entwickelungsgang durchmacht und den Anspruch auf Selbstständigkeit bewahrt.

Auf die Untersuchungen zweier monadenartiger Körper mich stützend [1]) suchte ich dem confusen Begriff Monas eine besondere Entwickelungsnorm einfacher Organismen zu substituiren. Als Monaden bezeichnete ich solche einzellige Wesen, deren Schwärmsporen in Amoeben-Zustand übergehen, und nach der Art der Amoeben fremde Körper als Nahrungsstoffe in sich aufnehmen. Fer-

1) Bull. phys. mat. Acad. St. Petersb. T. XIV. XVII; Pringsheim Jahrbücher I, 371.

nere Kennzeichen wurden entlehnt von der Art, wie der Zellinhalt bei der Schwärmsporenbildung und bei dem Uebergange in den ruhenden Zustand sich betheiligt. Nachdem nämlich die Zoospore oder die von ihr stammende Amoebe die Nahrung in sich aufgenommen hat, erhärtet sie an der Oberfläche zu einer continuirlichen Membran und bildet eine Blase oder Zelle. In der letzten, gewöhnlich noch vor der Auflösung der verschluckten Nahrung, zerfällt der Inhalt in Schwärmsporen, oder, in den ruhenden Zustand übergehend, zieht er sich von dem fremden Körper zurück und wird in eine derbe Membran eingehüllt (Fig. 1—11). Welche von den bekannten Monaden diese Entwickelungsart aufweisen, blieb durch fernere Untersuchung zu ermitteln. Ein neues Interesse gewann das Studium der Monaden durch die wichtigen Entdeckungen, die de Bary bei den Myxomyceten machte. Schon das Aussehen der Schwärmer der Schleimpilze, ihr Bau, ihre Fähigkeit in amoebenartige Zustände überzugehen, gaben hinlängliche Gründe, um eine nahe Verwandtschaft zwischen beiden Organismengruppen zu vermuthen und zu neuen Forschungen anzuregen. Die seltsame Entwickelungsgeschichte der Myxomyceten gab neue leitende Gesichtspunkte für den Gang weiterer Untersuchungen.

In dieser Richtung von mir vorgenommene parallel mit den Myxomyceten geführte Beobachtungen[1]) ergaben auch wirklich, dass die Monaden mit den Schleimpilzen bis zu einem gewissen Grade gleichwerthige Entwickelungsreihen durchmachen. Die merkwürdige Plasmodienbildung und ihre Entstehung aus zusammenfliessenden Schwärmern hat sich auch bei Monaden, wenigstens bei M. amyli unzweifelhaft herausgestellt. Ausserdem ergab sich die Thatsache, dass die Monadenzelle nicht immer aus einem Schwärmer, sondern auch aus dem Zusammenschmelzen mehrerer entstehen kann. Dagegen war die Bemühung, die charakteristische Fruchtbildung der Myxomyceten bei den Monaden aufzufinden, stets erfolglos geblieben. In Betreff der Encystirung, in welche die Myxomycetenplasmodien auf allen Altersstufen einzugehen vermögen, fiel bei den Monaden das Resultat der Untersuchung nicht ganz befriedigend aus, indem sie nur Bildungen aufzuweisen hatten, die ich mit den derbwandigen Myxomycetencysten in Parallele stellte, die zwei anderen Cystenarten der Schleimpilze blieben bei den Monaden unbekannt. In vorliegender Arbeit suchte ich eine grössere Zahl der Monaden auf Ent-

1) Pringsheim's Jahrbücher, Band III, Heft III.

wickelungsgeschichte zu untersuchen. Um die Resultate durch zahlreiches Detail nicht zu verdunkeln, will ich sie dem speziellen Abschnitte dieses Aufsatzes voranschicken und an diese Uebersicht die Frage von der Stellung der Monaden im Systeme anknüpfen.

Die Zahl der Wesen, bei welchen ich die für Monaden charakteristische Entwickelung fand, beläuft sich auf 9. Es sind theils neue, auf bekannte Formen nicht zurückführbare, theils unter der chaotischen Gattung Amoeba zusammengeworfene Gebilde. Die oben aufgestellte Entwickelungsnorm hat sich in allgemeinen Zügen als richtig bewährt, wenn auch die sie zusammensetzenden Glieder einigen Schwankungen unterworfen sind, selbst auch gänzlich verschwinden oder durch andere hinzutretende ersetzt werden. So fehlen bei einigen die Amoebenzustände, anderen entbehren der Zoosporenbildung.

Auf einen dieser Unterschiede gegründet liessen sich die Monaden in zwei Gruppen zerlegen, in die Zoosporeae und die Tetraplastae. Die erste begreift Monaden, die nach der oben gegebenen Norm sich entwickeln. Das charakteristische Merkmal der zweiten besteht darin, dass der Inhalt der Zelle in 2—4 Theile zerfällt, und statt Schwärmsporen zu erzeugen in der Form Actinophrysartiger Amoeben die Zelle verlässt (Fig. 48, 49). Hierher gehören unter anderen die bis jetzt nur fragmentarisch untersuchten rothen Amoeben, die im Zellenzustande die bekannten rothen an Algen haftenden Cysten bilden, ferner die Bacillarien einschliessenden Blasen, dann noch die gleichgefärbten gestielten Zellen, welche man in birnförmigen Hüllen an Oedogonien findet. Obwohl diese Amoeben einander täuschend ähnlich sind, so lassen sie sich doch, wenn man ihre Entwickelungsglieder und Nahrungsaufnahme berücksichtigt, als 3 verschiedene Arten scharf unterscheiden; ich habe sie in eine Gattung Vampyrella zusammengefasst.

An den Schwärmern der ersten Gruppe, wo ihre geringe Grösse die Beobachtung nicht verhindert, sind meistens 1—2 Wimpern, 1—3 contractile Vacuolen und ein Cytoblast sichtbar (Fig. 7). Ausser der Monas amyli ist mir bei keiner anderen Monade das Zusammenfliessen der Schwärmer zur Ansicht gekommen. Bei zwei Formen, von denen ich nur schwärmende Zustände kenne, folglich nicht mit Bestimmtheit behaupten darf, dass sie zu den Monaden gehören, habe ich Microcysten von ähnlicher Beschaffenheit wie die der Schleimpilze gefunden (Fig. 32—41).

Die in den Entwickelungskreis der Monaden gehörenden Amoe-

ben haben ohne Ausnahme spitze Pseudopodien, so dass sie eigentlich mehr mit den Actinophryen als mit Amoeben zu vergleichen sind (Fig. 54, 64, 80). Die meisten unter ihnen besitzen einen Cytoblast und einige contractile Vacuolen, nur die Vampyrellen entbehren beider. Die letzten erreichen oft eine bedeutende Grösse. Sie besitzen neben gleitenden Bewegungen die Fähigkeit, sich in lange Stränge und Fäden auszuziehen, Zweige und fächerartige Ausbreitungen zu bilden. Diese vielfach verzweigte, kriechende Protoplasmamasse kann sich wieder in eine Kugel zusammenballen; überhaupt treten hier dieselben Erscheinungen auf, die man an Plasmodien kennt, nur fehlt bei den Amoebenzuständen der Monaden das Fliessen und die netzartige Verbindung der Zweige.

Berücksichtigen wir diese Bewegungen und die sie begleitenden Formänderung nebst der Aufnahme der Nahrung durch Umhüllung und Zusammenfliessen der den fremden Körper umschliessenden Wülste, zuletzt das Verschmelzen mehrer Schwärmer in eine Amoebe (M. amyli), so werden wir die beweglichen Zustände der Monaden ebenfalls für nackte Protoplasma-Körper erklären müssen.

Ausser den gleitenden Bewegungen der ganzen Körpermasse habe ich bei Vampyrella Spirogyrae *Cnk.* eine Körnchen-Bewegung in den Pseudopodien, ähnlich der schon früher bei Actinophrys bekannten wahrgenommen (Fig. 50).

Nach der erfolgten Nahrungsaufnahme entsteht der Zellzustand. Hier kommen zwei Modifikationen vor: entweder erhärtet die Oberfläche der Amoebe zu einer Hülle (Schleier, Velum), unter welcher sich erst eine zweite, derbe Membran, die bei einigen aus Zellstoff besteht, ausscheidet (Fig. 46, 5), oder die Bildung der ersten fällt ganz weg. Nur bei M. amyli verdankt die Zelle ihren Ursprng einem oder mehreren Schwärmern, in anderen Fällen, so weit die Beobachtung reicht, stammt sie nur von einer Zoospore oder Amoebe ab. Ganz besonders scheint die Grösse der Monadenzelle von dem Umfange der verschluckten Nahrung abzuhängen. So besitzt die Vampyrella vorax, wenn sie von kleinen Diatomaceen lebt, Zellen von geringem Umfang, wogegen die um lange Synedren gebildeten colossale Dimensionen erreichen.

Was zuletzt den Ruhezustand betrifft, so habe ich zu dem schon bekannten nur weniges hinzuzufügen. Die Monadenamoebe, die im Begriff ist, in den ruhenden Zustand überzugehen, bildet zuvor eine Zelle, in welcher sie erst den fremden Körper ausstösst und sich

dann encystirt (Fig. 5—11). Seltner geschieht dieses noch innerhalb der Schwärmsporen oder Amoeben erzeugenden Zelle. In letztem Falle baut die Amoebe für sich eine neue Blase; oft ist die Verdauung so vorgeschritten, dass beim Uebergange in den Ruhezustand von der encystirten Amoebe gar nichts ausgestossen wird; dieses Verhältniss scheint bei einigen Monaden normal vorzukommen (Colpodella pugnax Fig. 31). Nur bei einer Art, der Nuclearia simplex *Cnk.*, die zu den Tetraplasten gehört, gelang es mir, aus der Cyste wieder die Amoebe heraustreten zu sehen.

Schon diese allgemeinen Züge der Monadenentwickelung lassen in ihnen Wesen erkennen, wo animalische Merkmale mit pflanzlichen Zuständen gepaart erscheinen. Es frägt sich von selbst, welche Stellung im Systeme solchen Organismen zukommt. Es wird vielleicht am zweckmässigsten sein, wenn wir diese Erörterung mit dem Versuche beginnen, die morphologische Bedeutung der Monadenblase zu ermitteln. Wenden wir uns zuförderst zu ähnlichen Entwickelungsstadien bei den benachbarten einfachen Algen. Der Zustand einer ruhend vegetirenden Zelle tritt uns hier als der am längsten dauernde Abschnitt des Algenlebens entgegen. Selbst bei der allereinfachsten (Chlamydococcus pluvialis A. Braun) fand ich, dass die Microgonidien in langsam vegetirende Zellen sich verwandeln. Die Schwärmerbildung nimmt bei den meisten eine kurze Zeit in Anspruch, jedoch kommt schon in den untersten Algenfamilien ein neues Moment hinzu, welches die Schwärmerperiode beträchtlich ausdehnt. Bei den Palmellaceen z. B. und wie ich unlängst fand bei Chlamydomonas [1]) hat der Schwärmer die Eigenschaft, indem er die Cilien verliert, unter steter Hüllenausscheidung sich fortwährend zu theilen und dadurch Bildungen, die unter dem Namen Gloeocystis bekannt waren, hervorzubringen. Auf diese Weise gleicht sich schon in den untersten Algenfamilien die Zeitdauer der Hauptabschnitte des Algenlebens oder fällt sogar zu Gunsten des Schwärmers aus. Wir ersehen daher, dass bei zweifelhaften Organismen auf die relative Dauer der vegetativen im Vergleich mit beweglichen Zuständen kein Gewicht zu legen ist.

Treten wir jetzt, diese Verhältnisse nicht ausser Acht lassend, in die in anderer Richtung nächst verwandte Region der Infusorien, so scheint auf den ersten Blick das Analogon des vegetirenden Zellenzustandes ganz zu fehlen. Denn es ist klar, dass man die Infusorien-

1) Bot Zeit. 1865, No. 3.

cysten mit ruhenden Sporen der Algen zu vergleichen hat. Allein unter dem Namen Cyste hat man zwei verschiedene Bildungen verwechselt. Erstens einen Ruhezustand, in welchen eingehend, das Infusorium sich erst in eine nackte Zelle verwandelt und dann eine derbe Hülle ausscheidet. Zweitens wurden Blasen, in welchen die Infusorien ihre Theilung vollziehen, ebenfalls Cysten benannt. Diese letzten Bildungen sind, glaube ich, als Zellenzustände, die der Monadenblase entsprechen, zu deuten. Neben diesen kommen bei denselben Infusorien andere ruhende Cysten vor (z. B. Kolpoda). Aus vielen Beispielen will ich nur einen, der am meisten mit der Monadenblase übereinstimmt, hervorheben.

Es ist bekannt, dass ein Amphileptus die Epistyliscolonien überfällt, die Individuen verschluckt und ohne die Stiele zu verlassen, sich einkugelt und daselbst endständige Blasen bildet. Sogleich nach der Bildung der letzten wird die verschluckte Epistylis allmählig aufgelöst, worauf der Blaseninhalt in 2—4 Theile zerfällt, die in Form vom Amphileptus ihre Bildungsstätte verlassen. Wir haben also ein bewimpertes Infusorium kennen gelernt, welches nach erfolgter Nahrungsaufnahme sich in eine langsam verdauende Blase verwandelt.

Vergleichen wir nun diesen Vorgang mit dem bei den Monaden, so erhellt die Analogie von selbst. Der Schwärmer oder die Amoebe nimmt feste Nahrung auf und erhärtet an der Oberfläche zu einer starren Membran; in dieser, wie beim Amphileptus entstandenen Blase geht langsam die Auflösung der Nahrung von Statten, worauf die Verwerthung des assimilirten Inhalts zur Erzeugung der Schwärmer oder Amoeben erfolgt. Dass dabei die Nahrung bei den Monaden meist nicht ganz aufgelöst wird, ist zwar für diese Organismen bezeichnend, allein bei der Beurtheilung der morphologischen Bedeutung dieses Blasenstadiums von keinem Belang.

Vergleichen wir anderseits die bekannten Entwickelungsglieder der Algen mit der Monadenblase, so ist die Uebereinstimmung derselben mit dem ruhend-vegetirenden Zustande kaum zu leugnen, und bedarf nicht erst der hinzukommenden Stütze, dass bei Monas amyli die Blase wirklich wächst, ihr Volum vergrössert, und dass ihre Membran bei den Vampyrellen aus Zellulose besteht. Dass die Monadenblase wie die Algenzelle Schwärmer erzeugt, ist schon früher erwähnt worden.

Auf diese Weise kann man den vegetativen Zellzustand von den Algen durch die Monaden bis in die Infusorien hinauf verfolgen.

Nachdem dieser Mittelpunkt für diese drei Organismengruppen gewonnen wurde, lassen sich viel leichter die anderen Entwickelungsglieder mit verwandten Bildungen in Beziehung bringen.

Was zuerst den Schwärmer anbelangt, so handelt es sich vor allem darum, ungeachtet seiner Amoebenzustände und langen Schwärmerdauer seine morphologische Identität mit den Algenzoosporen festzuhalten. Wir haben schon angeführt, dass die Palmellaceen eine längere Schwärmperiode besitzen, und was die Amoebenzustände betrifft, so zeigen Chytridienzoosporen schon eine merkliche Contractilität. Selbst die Nahrungsaufnahme, auf die ich unten näher eingehe, wenn sie auch auf feinere, von den beweglichen Keimen der Algen differente Structur hindeutet, kann auf die morphologische Gleichwerthigkeit der Monadenschwärmer mit Algenzoosporen keinen entkräftigenden Einfluss ausüben. Endlich was das letzte morphologische Glied der Monaden betrifft, die Cyste, so kann kein Zweifel sein, dass sie im Wesentlichen denselben Bildungen bei Infusorien und Algen entspricht; selbstverständlich sind die durch Befruchtung entstandenen ruhenden Sporen aus der Parallele auszuschliessen.

Fassen wir nun das Ergebniss dieser Vergleichung noch einmal zusammen, so ergiebt sich, dass der Schwärmer, der Zellzustand und die Cyste bei den Monaden wie bei den Algen gleichwerthige morphologische Glieder repräsentiren und dass bei Infusorien (Ciliaten) nur zwei vollständig übereinstimmende Stadien sich auffinden liessen [1]). Wollten wir folglich den morphologischen Boden nicht verlassen, so wären wir genöthigt, die Monaden, da sie mit den Algen mehr gleichwerthige Merkmale besitzen als mit den Infusorien, sie mit den Ersten zu vereinigen. Der einzige Unterschied, auf den wir schliesslich angewiesen sind, ist die für die Pflanze befremdende Art der Nahrungsaufnahme, die uns bei den Monaden entgegentritt. Es frägt sich zunächst, welche Bedeutung dieses Merkmal bei zweifelhaften Wesen beanspruchen kann. Dieses nöthigt uns die Art der Nahrungsaufnahme bei nackten Protoplasmazuständen der Organismen, besonders bei Monaden, näher ins Auge zu fassen.

In dem allereinfachsten Falle werden bei Amoeben die anklebenden Gegenstände durch Dehnung und Contraction des Körpers ins Innere eingezogen; die Amoebe verhält sich dabei passiv. Dieser

1) Die Infusorienschwärmsssprösslinge habe ich hier nicht in Betracht gezogen, da sie durch verschiedene Beschaffenheit und Entwickelung nur eine entferntere Analogie mit den Monadenzoosporen aufzuweisen scheinen.

Fall kommt, so viel ich weiss, bei den Monaden gar nicht vor. Nebst diesen ist ein ganz gewöhnlicher Vorgang der, dass die Amoebe den fremden Körper von allen Seiten umhüllt und durch das Verschmelzen der sich begegnenden freien Ränder in die Körpersubstanz einschliesst. Hier ist folglich noch der ganze Körper bei der Nahrungsaufnahme betheiligt, ein gutes Beispiel bietet das Myxomycetenplasmodium dar. Einen Schritt weiter beginnt eine Differenzirung, die sich dadurch kund giebt, dass nur ein geringer Theil des Körpers die Nahrungsaufnahme ausübt. Zu diesem Zwecke hebt sich von dem Protoplasmakörper eine sehr zarte Ausstülpung, die den fremden Gegenstand in Form einer Vacuole umhüllt, ab. Die Gegend, wo dieser Vorgang, gleichsam ein Abfliessen einer flüssigeren Substanz erfolgt, ist zunächst an keine bestimmte Stelle gebunden und kann allerwärts an der Oberfläche stattfinden, so z. B. bei Actinophrys Sol.; dagegen bei einigen Monadenschwärmern finden wir, dass die Umhüllung an einer bestimmten, meist der Cilie entgegengesetzten Stelle ausgeübt wird (Fig. 42, 43), so z. B. bei Monas irregularis *Perty*? bei Bodo sp. Und merkwürdiger Weise bezeichnet bei den Algen gerade die Cilie die Gegend, wo bei der Keimung die Wurzel entsprosst! Es hat den Schein, als ob an diesem Minimum der Organisation die ersten Anfänge der thierischen und pflanzlichen Beziehungen schon angedeutet werden.

Die nächst höhere Stufe sehen wir bei dem Schwärmer der Colpodella pugnax *Cnk.*, der selbst eine scharf umschriebene, in bestimmter Gegend und zwar in der Nähe der contractilen Vacuole gelegene Aufnahmestelle besitzt (Fig. 24, 25). Man kann zwar in diesem Falle noch nicht mit Bestimmtheit behaupten, dass eine präexistirende Oeffnung, ein Mund vorhanden sei, denn eine Voraussetzung einer weicheren Beschaffenheit des Schwärmers an besagter Stelle würde genügend den Erscheinungen entsprechen; behält man indessen die so eben vorgeführte, allmählig immer schärfere Abgrenzung der Gegend der Nahrungsaufnahme, so wird die Entfernung, die zu einem förmlichen Infusorien-Munde führt, wohl nicht bedeutend ausfallen.

Aus dem Gesagten folgt, dass die Anfangs rein passive Aufnahme fremder Körper stufenweise zu einer activen Nahrungsaufnahme gesteigert wird. Dazu gesellen sich noch Verhältnisse, die einer näheren Erwähnung verdienen.

Obwohl die Zoosporen und Amoeben-Zustände der Monaden

nur nackte Protoplasma-Körper vorstellen, so ist trotzdem ihr Verhalten bei Aufsuchen und Aufnahme der Nahrung so merkwürdig, dass man Handlungen bewusster Wesen vor sich zu sehen glaubt. So sticht z. B. die Colpodella pugnax die Chlamydomonas an, saugt das heraustretende Chlorophyll und läuft davon (Fig. 22—25). Einen zweiten seltsamen Fall dieser Art bietet die Vampyrella Spirogyrae. Die zu ihr gehörende Amoebe legt sich nämlich an gesunde Spirogyren an, bohrt die Zellwand durch und verschlingt den langsam heraustretenden Primordialschlauch mit dem Chlorophyllbande zusammen. Und nur an Spirogyren scheint sie den Hunger stillen zu können, andere Algen, Vaucherien, Oedogonien, die ich ihr darbot, wurden nicht angegriffen (Fig. 44). Die zweite Art, die V. pendula, plündert auf ähnliche Weise Bulbocheten und Oedogonien (Fig. 57).

Ohne uns hier in das dunkele Gebiet, wo der eigentliche Wille im Thierreiche anfängt und an welches Minimum der Organisation er gebunden ist, vertiefen zu können, müssen wir zugeben, dass auch in dieser Hinsicht von der Pflanze zum Thiere eine ununterbrochene Reihe steigender Erscheinungen sich vor dem Beobachter entfaltet. Von der Chytridiumzoospore, die die Pflanzenzelle durchsticht, um sich auf Kosten des Inhaltes zu entwickeln, durch die Vermittelung der stechenden Monaden und Vampyrellen werden wir unmerklich in die Region der bewimperten Infusorien geführt, wo die Animalität nicht mehr bezweifelt sein kann. Ob diese Handlungen als erste Anfänge einer Willensäusserung anzusehen oder vielmehr in dieselbe Kategorie von Erscheinungen, wie das Eindringen der Pollenschläuche, der Samenkörper in das Ei u. dgl. zu bringen sind, muss ich dahingestellt sein lassen. Für vorliegenden Zweck sei es genügend, die Gradation der Erscheinungen im Auge zu behalten, um den Werth darauf gegründeter Criterien abwiegen zu können. Ein absoluter Unterschied lässt sich daher auf die Nahrungsaufnahme ebensowenig als auf irgend ein anderes Merkmal gründen, es kann sich hier nur um die Bestimmung des relativen Werthes handeln.

Nachdem man erfolglos nach Criterien, die die beiden organischen Reiche trennen sollten, gesucht, haben sich die meisten Forscher dahin ausgesprochen, dass die Vergleichung sämmtlicher Entwickelungsglieder der fraglichen Organismen mit bekannten Entwickelungsreihen der Pflanzen oder Thiere für ihre Stellung bestimmend sei. Das Fehlen oder das Hinzukommen eines neuen Ent-

wickelungsgliedes würde dann auf das Resultat der Vergleichung keinen Einfluss ausüben. Wenn es sich um einigermassen höher organisirte Wesen handelt, so ist dieses Verfahren entscheidend. Ein Fucus z. B. würde, wenn man auch entdecken sollte, dass seine Schwärmer die Nahrung nach der Art einer Nassula in sich aufnehmen, trotzdem bei den Pflanzen bleiben müssen, denn eine beträchtliche Summe pflanzlicher Organisation lässt über die Stellung genannter Alge keinen Zweifel zu. Schon anders wird unser Urtheil, wenn wir dieselbe Voraussetzung bei einem Wesen, dessen Leben in zwei oder drei morphologische Glieder zusammensinkt, anbringen. Stellen wir uns vor, dass die Schwärmsporen eines Chytridiums wie ein Amphileptus die Nahrung aufnehmen, wird dann das Chytridium noch als eine Pflanze zu betrachten sein? Es ist nicht zu leugnen, dass das hinzugetragene Moment beim Chytridium einen anderen Effect als beim Fucus hervorbringt. Die morphologische Fülle des letzten ist bei dem einfachen Pilze auf eine schwärmerzeugende Blase reducirt, und obwohl das Zoosporen bildende Sporangium bei ganzen Reihen von Pflanzenordnungen vorkommt, so verlangt anderseits die active Nahrungsaufnahme, die fast allen Thieren eigen ist, zum mindesten gleiche Berücksichtigung.

Um einen Theil obiger Vermuthungen auf einen konkreten Fall anzuwenden, brauchen wir nur unsere Monaden statt des Chytridium zu unterstellen. Der einzige Repräsentant der Pflanzenorganisation, die Zoosporen erzeugende Blase wird noch bei den Monaden durch die Analogien, welche diese Bildung mit Amphileptusblasen aufweist, geschwächt und bringt dadurch das Uebergewicht auf die Seite der animalischen Nahrungsaufnahme. Bei diesem Sachverhalt scheint mir die am meisten den Thatsachen entsprechende Meinung die zu sein, dass Monaden Thiere sind, die durch zoosporenbildende Zellen den Uebergang in das Pflanzenreich vermitteln.

Nach einer benachbarten Richtung hin werden die in vielfacher Beziehung analogen Myxomyceten und Rhizopoden die Verwandtschaft näher zu bezeichnen helfen. Die Analogie mit den letzterwähnten Organismen habe ich durch Auffinden des Zellzustandes und der Cystenbildung, auf welche ich in dem speciellen Theil näher eingehe, zu unterstützen gesucht.

1. Monadineae Zoosporeae *Cnk.*

Bei den schwärmsporenbildenden Monaden unterscheide ich drei Gattungen: Monas, Pseudospora und Colpodella. Die erste möchte ich auf die am vollständigsten untersuchte M. amyli, wo der Monadentypus am schärfsten hervortritt, zu beschränken suchen. Die zu ihr gehörende Amoebe entbehrt der contractilen Vacuolen und der Cytoblasten, die Schwärmer fliessen in Plasmodien zusammen, die Zelle wird von einem oder mehreren Schwärmern gebildet und bekommt beim Uebergange in den Ruhezustand keilförmige, nach innen ragende Warzen. Bis jetzt ist nur eine Art M. amyli, die in faulenden Nitellen lebt, bekannt. Ihre Schwärmer sind spindelförmig, sehr contractil, bewegen sich anguillulaartig, sind mit Cilien versehen. (Fig. 1—5).

Die zu der zweiten Gattung Pseudospora gehörende Amoebe hat einen Cytoblast, 2—3 contr. Vacuolen. Die Zelle entsteht immer aus einem Schwärmer, ist glatt, ohne innere Warzen. Drei Arten sind mir bis jetzt bekannt geworden: 1) P. parasitica (früher Monas parasitica), 2) P. nitellarum und 3) P. Volvocis.

Bei der ersten sind am Schwärmer 2—3 contractile Vacuolen, ein Cytoblast, eine Cilie, leicht zu erkennen. Beim Uebergange in die Amoebe kommen zwar anfangs runde Ausbuchtungen zum Vorschein, allein diese haben nur kurze Dauer. Die Cystenwand ist einfach (Fig. 6—11).

Die zweite Art, P. nitellarum, besitzt eine grössere Cyste mit doppelten, weit von einander abstehenden Membranen. Ihre Amoebe ist wie die vorige gebaut, der Schwärmer viel kleiner, die Cilie einfach, lang, lebt in faulenden Nitellen (Fig. 12, 13).

Die dritte Species, P. Volvocis ist durch den verschleierten Zellenzustand leicht kenntlich (Fig. 18). Der Schwärmer ist mit einem Nucleus und 2 Cilien versehen, übertrifft an Grösse die beiden vorhergehenden, die Cyste wie bei P. nitellarum mit doppelten Wänden, lebt in Volvox globator (Fig. 14—18).

Zuletzt die dritte Gattung, die Colpodella, ist durch den Mangel eines Amoebenzustandes charakteristisch. Bis jetzt ist nur eine Art bekannt: C. pugnax.

Da die Monas amyli und Ps. parasitica in meinen früheren Aufsätzen schon vielfach besprochen wurden und die P. nitellarum nichts wesentlich Neues darbietet, so will ich diese drei Arten bei der

folgenden Schilderung ausser Acht lassen und sie nur mit einigen Abbildungen erläutern, um eine Uebersicht der bis jetzt bekannten Monaden zu geben.

Pseudospora volvocis *Cnk.*

Lebt parasitisch in Volvox globator. Die Schwärmer sind oval oder kugelig etwa 0,02 mil. lang. Ein Nucleus und zwei Cilien sind an ihnen sehr deutlich wahrzunehmen. Der Schwärmer geht leicht in den Amoebenzustand über, meistens ohne die Cilien zu verlieren (Fig. 14, 15). Die Amoebe hat spitze nicht zahlreiche Fortsätze, drei contractile Vacuolen und einen Nucleus (Fig. 16, 17). Sie kriecht auf der Oberfläche des Volvox so lange herum, bis sie sich in denselben hineinbohrt. Hier verschluckt sie die grünen Zellen oder ganze junge Colonien und nach der Ausplünderung der ganzen Volvoxfamilie verlässt sie diese, um den Angriff an anderen Exemplaren von neuem auszuführen. Hat sie sich einmal eingestellt, so richtet sie in wenigen Tagen die in Gefässen cultivirte, wenn noch so zahlreiche Volvoxbevölkerung zu Grunde. Der ruhende Zustand der P. volvocis hat einen weit abstehenden, verschieden geformten Schleier, der die Umrisse der Amoebe, nachdem sie die Pseudopodien zurückzog, bezeichnet (Fig. 18, 5). In dem Schleier liegt die runde 0,026 mil. grosse Zelle, die wiederum die Cyste (0,015 mil.) nebst dem körnigen Nahrungsballen einschliesst. Die Wand der Cyste ist doppelt. Die Entstehung der Schwärmer in der Zelle ist noch unbekannt.

Colpodella pugnax *Cnk.*

Der Schwärmer hat vor und nach der Nahrungsaufnahme ein ganz verschiedenes Aussehen. Im ersten Falle ist er farblos, hat eine sichelartige, an beiden Enden zugespitzte Form (Fig. 19, 20). An seinem Vordertheile ist eine Wimper, unter ihr der Nucleus angebracht; die contractile Vacuole befindet sich in der convexen Seite des Körpers in einem unweit der hinteren Körperspitze gelegenen seichten Vorsprung (Fig. 20, 22, v. c). Die Länge des Schwärmers beträgt im Durchschnitte 0,012 mil. Die Bewegung ist ein zitterndes Schwimmen, welches zeitweise von mehreren, rasch aufeinanderfolgenden Schlägen mittelst des hinteren Körpertheiles begleitet wird. Die Colpodella pugnax lebt mit Chlamydomonas pulvisculus zusammen, welche sie überfällt, um sich ihrer Primordialzelle zu bemächtigen. Dieses wird von der Colpodella auf folgende Art ausgeführt.

Nach einigen erfolglosen Versuchen klammert sie sich mit der von der Cilie abgewandten Spitze an die Chlamydomonade fest (Fig. 22, 23); nach einigen Secunden bemerkt man, dass die Primordialzelle sehr langsam in die Colpodella hinübergeht, deren Ansatzstelle nicht mehr zugespitzt, sondern erweitert den austretenden grünen Körper eng umschliesst (Fig. 24, 25). Der angreifende Schwärmer ergrünt nun mehr und mehr, bis er die ganze Primordialzelle in sich aufnimmt und die leere Chlamydomonas-Hülle verlassend davoneilt (Fig. 21). Jetzt hat er eine grüne Farbe und eine Colpodaform mit einer gekrümmten Spitze, die er in seinen tumultuarischen Bewegungen voranrichtet. Die Ausplünderung der Chlamydomonade wird oft gleichzeitig von mehreren Schwärmern ausgeführt; in solchen Fällen tritt die Primordialzelle an mehreren Stellen heraus, worauf die mit Nahrung beladenen Colpodellen eine nach der andern abfallen, um anderswo dasselbe Verfahren zu wiederholen.

Betrachten wir näher diese wunderbaren von einem bewimperten Schleimklümpchen vollzogene Handlungen.

Man muss annehmen, dass die Colpodella befähigt ist, die Zellhülle der Chlamydomonade zu durchstechen oder sie vielmehr an der Berührungsstelle aufzulösen. Dies erhellt aus dem Umstande, dass wenn der Schwärmer nach längerem Betasten der Chlamydomonade durch irgend Etwas gestört wird und seine Beute verlässt, so folgt darauf das Austreten der Primordialzelle durch eine winzig kleine Oeffnung der Hülle, die genau der Ansatzstelle des Schwärmers entspricht. Diese Eigenschaft der Colpodella Zellulose aufzulösen, ist übrigens keine einzig dastehende Thatsache, da wir auch pflanzliche Zoosporen kennen (Chytridien), die auf ähnliche Weise die Zellulose-Häute durchzubohren vermögen.

Nachdem nun die Oeffnung in der Hülle bewirkt ist, bleibt der Schwärmer an demselben Orte haften, so dass der grüne Tropfen unmittelbar in die Colpodella übergehen kann. Die Stelle der Aufnahme bleibt immer dieselbe, sie scheint an der Spitze selbst oder gleich unter ihr gelegen zu sein; während des Ueberganges des grünen Körpers wird sie merklich erweitert und umschliesst von allen Seiten die eintretende Nahrung. Diese Erscheinungen führen zu der Annahme, dass die Colpodella einen Mund oder fast so viel wie einen Mund besitzt; jedenfalls muss an dem Schwärmer eine feine noch nicht greifbare histologische Differenz vorhanden sein. Nachdem die Colpodella durch mehrere Angriffe sich die nöthige

Nahrung verschafft hat, geht sie, ohne sich in eine Amoebe zu verwandeln, in den Zustand ruhender Vegetation über. Die nacheinander verschluckten Theile, die anfangs gesondert im Schwärmer liegen, werden in einen Ballen vereinigt, worauf die Colpodella sich in eine grüne nur an der Peripherie hellumsäumte Kugel zusammenzieht, deren Oberfläche zuletzt zu einer harten Membran erstarrt. Jetzt geht allmählig die Assimilation der Nahrungsballen von statten; der farblose Saum gewinnt merklich an Umfang auf Kosten des grossen Körpers, welcher von einer grossen Vacuole umschlossen erscheint. Bei vorgeschrittener Verdauung verschwindet der hohle Raum und der farblose vermehrte Inhalt füllt die ganze Zelle aus, den roth gefärbten Rest der Nahrung von allen Seiten umschliessend (Fig. 26, 27).

Die Bildung der Zoosporen geschieht auf dieselbe Weise wie bei anderen Monaden, dagegen ihr Austritt aus der Mutterzelle bietet einige Verschiedenheiten dar, die nämlich darin bestehen, dass sämmtliche aus dem Inhalte erzeugte Schwärmer in einer zarten Hülle eingeschlossen geboren werden, im Gegensatz zu anderen Monaden, wo die Schwärmer durch eine oder mehrere kleine Oeffnungen sich nach Aussen hindurchdrängen müssen. Das nahe Heranstreten der Schwärmer lässt sich an der eiförmigen Gestalt, die die Zelle angenommen hat, leicht erkennen. Darauf folgt eine Ausstülpung der Zellenwand, die immer dünner wird und dem sich hervordrängenden Sack keinen Widerstand mehr bietet (Fig. 28—30). Ausserhalb der Zelle bewegen sich die Schwärmer noch eine zeitlang in der sehr zarten Hülle und nachdem die letzte unmerklich wird, zerstreuen sie sich nach allen Richtungen. Die jungen Schwärmer gleichen in jeder Hinsicht den farblosen, sichelförmigen Exemplaren der Colpodella.

Was zuletzt die Cyste betrifft, so hat sie das Eigenthümliche, dass man in der Zelle neben dem encystirten Körper der Monade den Nahrungsballen stets vermisst. Die Wand der Cyste ist einfach (Fig. 31).

Die hier beschriebene Art der Nahrungsaufnahme bei Monaden wurde zuerst an einer ovalen, farblosen mit 2 Cilien versehenen Art von Lieberkühn[1]) beobachtet. Erwähnte Monade saugte mittelst einer oder mehrerer Fortsätze die Primordialzellen der Eudorina elegans aus und zwar mit solcher Kraft, dass man die

1) Vossische Zeitung, Juli 1855.

Bewegung des plötzlich in die Monade übergehenden gefärbten Inhalts sehr deutlich wahrnehmen konnte. Auch in diesem Falle war der der Cilie gegenüber liegende Theil des Schwärmers beim Angriff thätig.

Bevor ich zu der zweiten Monadengruppe übergehe, will ich hier noch zweier Schwärmer gedenken, an denen ich die Mikrocysten beobachtet habe. Die eine gehört in die Ehrenberg'sche Gattung Bodo. Sie ist hauptsächlich durch stumpfe lange Fortsätze, die am Körper entstehen und wieder eingezogen werden, charakterisirt. Der vordere Theil ist abgerundet, mit 1—2 Cilien versehen, unter welchen ein deutlicher Cytoblast mit Nucleolus vorhanden ist (Fig. 38—39); die Bewegungen des Schwärmers sind meistens gleitende, wobei er oft einen langen Schweif weicherer Substanz nach sich zieht. Dieser Bodo lebt in Schaaren in faulenden Räderthieren, Insectenlarven u. dergl. Die Nahrungsaufnahme geschieht auch hier an dem der Cilie entgegengesetzten Ende, — durch Umhüllung der fremden Körper. Sind diese von beträchtlicher Länge, wie z. B. Leptomitusfaden, so wird der eingehüllte Theil nach einiger Zeit von dem Bodo abgerissen und fortgeschleppt.

Bei allmählig eintretendem Wassermangel verwandelt sich dieser Schwärmer in eine Kugel, die noch von einer derben Membran umhüllt wird (Fig. 40). In diesem Zustande überdauert der Bodo die nicht lange anhaltende Trockniss. Bei erneuertem Benetzen mit Wasser tritt der unveränderte Schwärmer durch eine winzig kleine Oeffnung der Cystenmembran heraus (Fig. 40—41). Die Cyste hält im Durchmesser 0,015 mm.

Der zweite Schwärmer, der sich ebenfalls encystiren kann, gehört zu den gewöhnlichsten farblosen Formen, die in Infusionen vorkommen. Sein Körper ist oval oder an einem Ende spitz ausgezogen, 0,02 mm. lang; durch bauchartige Auftreibungen wird die Form fortwährend geändert. Die contractile Vacuole ist am stumpfen Ende, wo auch die 2 Cilien entspringen, angebracht, ferner ist noch ein Cytoblast in der Mitte des Körpers deutlich zu sehen (Fig. 32, 33). Trotz dieser Merkmale ist es schwer, diese Monade auf eine der bekannten zurückzuführen.

Bei Culturen in Wassertropfen gehen erwähnte Schwärmer mit grösster Leichtigkeit in die Cystenbildung ein, welche massenhaft in Form von glashellen Kügelchen erfolgt (Fig. 34). Versetzt man nach einer vorläufigen Trocknung diese Cysten wiederum unter

Wasser, so brechen nach einigen Stunden aus sämmtlichen Cysten die unveränderten Schwärmer hervor und das ermüdende Gewimmel fängt von neuem an (Fig. 35—37). Die Grösse der Cyste beträgt 0,006—9,009 mm.

Da beide Schwärmer deren Cystenbildung wir kennen lernten, allerwärts in Infusionen vorkommen, da ferner bei reinem Material in Versuchstropfen man sich überzeugen kann, dass sie nicht von Myxomycetensporen oder deren Mikrocysten herstammen können, so ist dadurch die Fähigkeit des Schwärmers, sich zu encystiren, auch ausserhalb der Schleimpilze constatirt. Durch das Ausschliessen der Myxomycetenquelle ist natürlich nicht bestimmt bewiesen, dass erwähnte zwei Schwärmer zu den Monaden zu stellen sind, da wir andere Entwickelungsglieder noch nicht kennen. —

2. Monadinae Tetraplastae *Cnk.*

Die Monaden, welche in ihren Zellen statt Schwärmer actinophrysartige Amoeben erzeugen, lassen sich in zwei Gattungen, Vampyrella und Nuclearia theilen. Zu der ersten gehören rothe Amoeben ohne contractile Vacuolen und Cytoblasten, zu der zweiten ähnliche, aber farblose mit 1—5 Cytoblasten versehene Amoeben. In der ersten, soweit ich sie untersucht, unterscheide ich drei Arten: V. Spirogyrae, V. pendula und V. vorax. Die erste lebt von Spirogyren, ihre Zelle ist verschleiert, der Schleier vergänglich; die zweite ist auf Oedogonien, Bulbocheten angewiesen, der Schleier birnförmig, beständig, die Zelle mit einem Stiele versehen. Die dritte Art V. vorax hat eine nackte Zelle, sonst so gebaut, wie bei der ersten Art, die Nahrung holt sie sich nicht wie die zwei ersten aus dem Innern der Algenzellen, sondern nimmt fremde Körper durch Umhüllung ein.

In der zweiten Gattung sind zwei Arten zu unterscheiden: N. delicatula mit mehreren Cytoblasten und N. simplex mit einem.

6) Vampyrella Spirogyrae *Cnk.*

Die Vampyrella Spirogyrae bildet, wie schon erwähnt, die ziegelrothen Zellen, die man so oft an Spirogyren angeheftet findet. Die Grösse dieser Zellen beträgt im Durchschnitt etwa 0,06 mm., ihre Form ist kugelrund oder sphäroidalisch, seltner unregelmässig. Die Membran bläut sich durch Anwendung von J und SO_3, besteht demnach, (insofern man sich auf diese Reaction verlassen kann) aus Zellulose.

Ausserhalb dieser Membran ist eine andere stickstoffhaltige zarte vorhanden (Schleier, Velum), die bei jugendlichen Zuständen mit Schärfe hervortritt, bei der Reife jedoch öfters fehlt (Fig. 46, 47). Der Inhalt dieser Zellen ist an der Peripherie gleichförmig hell, ziegelroth, gegen die Mitte hin mit grösseren, unregelmässigen Körnern gemengt. Bei aufmerksamer anhaltender Beobachtung sieht man den Inhalt in 2—4 Theile sich sondern und an verschiedenen Stellen der Zelle durch runde Oeffnungen in Form von rothen Amoeben sehr langsam austreten; die erwähnten dunklen Körper bleiben in der Membran zurück und stellen die unverbrauchte Nahrung vor (Fig. 48, 49). Der zuerst ausserhalb der Zelle sichtbare Theil erscheint wie ein halbflüssiger Tropfen, der sogleich anschwillt, sich fächerartig ausbreitet und indem er sich sehr langsam entfernt, zieht er den noch in der Zelle eingeschlossenen Theil nach sich heraus (Fig. 48, 49). Durch dieselbe oder eine andere Oeffnung befreien sich die anderen Theile des Inhalts. Ausserhalb der Zelle erscheinen sie in der Form von kugelrunden rothen Protoplasmamassen, die allerwärts wie ein Actinophrys mit Strahlen bedeckt sind (Fig. 50—54). Die Erscheinungen, die man während der gleitenden Bewegungen dieser Protoplasmamassen beobachtet, beweisen, dass wir es auch hier mit einem nackten halbflüssigen Körper zu thun haben. Die Vampyrella-Amoebe ist steter Formveränderung unterworfen, sie bildet lange in dünne Fäden sich ziehende Stränge, die auseinander reissen oder wiederum durch Zusammenziehen zu der ursprünglichen Form zurückkehren können. Die Amoebe besteht aus einer feinkörnigen ziegelroth gefärbten Substanz, die nur an der Peripherie farblos erscheint: weder contractile Vacuolen noch Kerne war mir möglich, deutlich wahrzunehmen. Die Strahlen, die an beliebigen Orten entstehen können, werden oft auf langen Strecken ganz zurückgezogen. Ausser den Strahlen kommen noch an den kugelförmigen Amoeben stumpfe hyaline Fortsätze, auch wellenartig sich abhebende Ausstülpungen zeitweise zum Vorschein (Fig. 50)[1]. Die stumpfen wie die spitzen Pseudopodien sind farblos. In beiden habe ich eine Körnchenbewegung wahrgenommen. Diese macht den Eindruck, als würden die Körnchen aus dem Körper in den Strahl stossweise einer nach dem anderen hineingeworfen und

1) Indessen haben diese Erscheinungen eine kurze Dauer, so dass die spitzen Pseudopodien den Hauptcharakter der Vampyrellen-Amoebe bilden.

sogleich zurückgezogen, besonders sieht man dieses an den erwähnten stumpfen hyalinen Höckern sehr deutlich. Da die Strahlen oft sehr dünn werden, so erscheinen die in ihnen herumgeführten Körnchen, als lägen sie ohne Zusammenhang auf der Amoebe oder in geringer Entfernung von ihr lose herum (Fig. 53). Durch die Körnchenbewegung lässt sich die V. Spirogyrae schon in ihrem Amoebenzustande von anderen mit ihr ausserordentlich ähnlichen rothen Amoeben scharf unterscheiden. Ich will jetzt die nicht minder als bei der Colpodella seltsame Art, wie die Vampyrella sich ihre Nahrung zu verschaffen weiss, ausführlicher angeben.

Mit scheinbar zwecklosen trägen Wanderungen rückt sie an Confervenfäden und gleitet an ihrer Oberfläche eine Zeitlang fort. Allein nur an vollständig gesunde Spirogyraglieder legt sie sich fest an; nach einer Pause, die einige Minuten dauert, sieht man die befallene Spirogyra wie mit einem Ruck sich verschieben und gleichzeitig bemerkt man den Primordialschlauch des von der Vampyrella angegriffenen Gliedes von der Wand, die Berührungsstelle ausgenommen, zurücktreten (Fig. 44). Kurz darauf geht das zusammengeballte Chlorophyllband sammt dem Primordialschlauche sehr langsam in den immer noch eng angeschmiegten Körper der Vampyrella über (Fig. 45). Sobald dieses gänzlich beendet ist, verlässt die Vampyrella die leere Spirogyrazelle und gleitet zum benachbarten Gliede, wo sie dasselbe Manöver wiederholt. In dieser Weise wird ein Glied nach dem andern ausgeplündert, bis dass die von Nahrung ganz überfüllte Vampyrella sich irgendwo an den Conferven ansetzt, einkugelt und in Ruhe das Erworbene verarbeitet und verdaut.

Das Einziehen des Primordialschlauches dauert im Durchschnitt etwa 12 Minuten. Die Strahlen bleiben während dieser Zeit unverändert oder verschwinden gänzlich. Die Stelle, durch welche die Nahrungsaufnahme stattfindet, hat eine geringe Ausdehnung; ob sie eine bestimmte Lage an dem Körper einnimmt, lässt sich nicht ermitteln, da man an der Amoebe keine festen Theile oder irgend welche Structurverhältnisse, die man als Orientirungspunkte benutzen dürfte, finden kann.

An sämmtlichen Gliedern der beraubten Spirogyren sieht man nun eine grosse nicht scharf umschriebene Oeffnung, welche durch das Ankleben der Vampyrella entstand. (Fig. 45, o.) Und da in dem Körper der letzteren keine harten Theile, mit deren Hülfe der Angriff ausgeführt sein könnte, vorhanden sind, so müssen wir auch der Vam-

pyrella die Fähigkeit, die Zellulose-Häute aufzulösen, vindiciren. Dass sie dabei eine gewisse Wahl trifft, ist nicht zu bezweifeln. Niemals sah ich sie eine Vaucheria, ein Oedogonium, die ich ihr absichtlich vorlegte, angreifen; auch ist mir kein einziger Fall bekannt, der auf die Aufnahme fremder Körper durch Umhüllung hindeuten möchte.

Gehen wir nun zu dem Zellen- und Ruhezustand über.

Die verschlungene Nahrung vertheilt sich allmählig in dem ganzen Körper in Form von runden grünen Blasen, die bald eine röthliche Farbe annehmen. Darauf zieht die Vampyrella ihre Strahlen zurück und scheidet eine zarte stickstoffartige Hülle aus, unter welcher erst eine weiche Zellulose-Haut gebildet wird (Fig. 46 s, z). Während dieser Zeit färbt sich der Inhalt roth und bekommt die Beschaffenheit jener rothen Zellen, mit welchen wir unsere Schilderung angefangen haben.

Mit dem ruhenden Zustand wird der Entwickelungskreis der Vampyrella, so weit er erforscht, geschlossen. Der Vorgang ist derselbe wie bei dem Zellenzustande, mit dem Unterschiede, dass der von den unverdauten Nahrungskörnern gesonderte Inhalt in keine Theilung eingeht, vielmehr sich einkugelt und in eine derbe Wand einhüllt. Die Cyste behält dabei die rothe Färbung des Inhalts, der sich gegen das Centrum hin verdichtet und dadurch dunkler erscheint. Die Zellwand bleibt glatt oder bekommt eine warzige Oberfläche (Fig. 56).

Die von Fresenius [1]) beschriebene Amoeba lateritia scheint der Vampyrella Spirogyrae zu entsprechen. Die Zurückführung wird dadurch besonders erschwert, dass die V. vorax, wenn sie von Euglenen sich ernährt, ähnliche Zellzustände bildet und die Amoeben beider Arten sehr ähnlich sind, auch oft zusammen leben. Meine früheren Angaben [2]) bezogen sich theils auf die V. vorax, theils auf eine mit der Nuclearia verwandte Form, die einen contractilen Raum, einen Cytoblasten besitzt, und durch Aufnahme rothgefärbter Nahrung den Vampyrellen zum Verwechseln ähnlich ist.

7) Vampyrella pendula *Cnk.*

Die Amoebe der V. pendula ist von der vorhergehenden nur durch den Mangel der Körnchenbewegung zu unterscheiden. Da-

1) Abhandl. d. Senckenb. Gesellsch. B. II, p. 218; tab. X, Fig. 13—19

2) Pringsheim's Jahrbücher, B. III, 3. Heft p. 429.

gegen ist die Zelle wie auch der Ruhezustand charakteristisch genug, um eine neue specifische, ja vielleicht eine generische Sonderung zu rechtfertigen.

Was die Nahrung betrifft, so ist die V. pendula auch auf das Chlorophyll angewiesen, welches sie mit dem Primordialschlauche aus den Confervenzellen herauszieht. Nur ist ihre Wahl nicht so beschränkt, wie bei der vorigen Art; sie plündert die Oedogonien, Bulbocheten, auch sehr dünne nicht näher bestimmbare Conferven. Der Vorgang ist ganz derselbe wie bei V. Spirogyrae (Fig. 57).

Beim Uebergang in den Zellenzustand verschwinden die Strahlen und die Vampyrella nimmt eine birnförmige Gestalt an, mit dem verschmälerten Ende sich an die Conferven anheftend (Fig. 57, g). Unter den Augen des Beobachters tritt der Inhalt aus der schmalen Basis in den erweiterten Theil zurück, wo er sich einkugelt und mit einer Membran umhüllt; gleichzeitig wird auch ein starrer gerader Faden, der die Oberfläche der inneren Kugel mit der Ansatzstelle vereinigt, sichtbar (Fig. 59 St).

Die weiteren Vorgänge entsprechen denselben der vorigen Art. An der Peripherie der Zelle wird der Inhalt einförmig hellroth gefärbt und zerfällt unter der Ausscheidung der Nahrungsballen in 2—4 Theile, die wie bei V. Spirogyrae durch verschiedene Oeffnungen aus der Zelle austreten (Fig. 60); die entleerten Zellen sieht man mit ihrem birnförmigen oft zusammengefallenen Schleier lange Zeit an den Conferven haften (Fig. 61). Die Zelle besteht, wie bei der vorigen Art, aus Zellulose. Bei Bildung des ruhenden Zustandes wird der Schleier ganz oder theilweise nur aufgelöst; die Zelle bekommt eine stachelige Oberfläche, und ist mit dem verdickten Reste des starren Fadens gekrönt. Die Cyste selbst ist mit rothem Inhalte gefüllt (Fig. 63). In allen Zuständen ist die Grösse der V. pendula sehr verschieden, was von den Dimensionen der von ihr befallenen Conferven abzuhängen scheint. So z. B. waren die von kleinen Oedogonien lebenden 0,012 gross, wogegen die die Bulbocheten überfallenden wenigstens das vierfache Volum erreichten.

Die V. pendula wurde zuerst von de Bary beobachtet [1]). Seine Untersuchungen stammen aus einer Zeit, wo man das reiche para-

1) Ueber die Algen Gatt. Oedogonium und Bulbochete p. 69. 71 Tab. III, Fig. 21, 22.

sitische Leben der Conferven sehr wenig kannte und seinen störenden irreleitenden Einflüssen bei entwickelungsgeschichtlichen Studien nicht genügend Rechnung trug. Die Beobachtung scheint de Bary gerade in dem Momente begonnen zu haben, wo der scheinbar mit der ansitzenden Vampyrella continuirliche Primordialschlauch aus der Zelle langsam hervorbrach. Durch diese und andere analoge Erscheinungen wurde de Bary zu der Ansicht geführt, dass die in Rede stehenden Bildungen als eine gesetzmässig beim Absterben des Zellinhalts eintretende Gestaltung anzusehen sein. Neulich hat Karsten[1]) denselben Gegenstand untersucht. Karsten ist geneigt die V. pendula in den Entwickelungskreis des Oedogonium zu ziehen und sie in genetischen Zusammenhang mit der Entwickelung eines Räderthieres (Rattulus) zu bringen. Das Deckelchen, welches Karsten an der Austrittsöffnung des Oedogoniuminhalts stets vorhanden sah, glückte mir nicht, weder bei V. Spirogyrae, noch bei V. pendula aufzufinden.

8) Vampyrella vorax *Cnk.*

Nachdem ich die Vampyrellen kennen lernte, war es von besonderem Interesse, die den Algologen schon längst bekannten ziegelrothen Blasen, die man für Diatomaceencysten hielt, auf ihre Entwickelungsgeschichte zu untersuchen. Schon der Umstand, dass innerhalb derselben Zelle verschiedene Diatomaceen in Gesellschaft vorkommen, stellte eine andere Deutung dieser Gebilde in Aussicht. Es gelang auch wirklich Lüders[2]) aus erwähnten Blasen rothe Amoeben austreten zu sehen und dadurch die vermeintliche Diatomaceencyste als ein Entwickelungsstadium einer Amoebe in Anspruch zu nehmen.

Beim ersten Anblick dieser Amoeben glaubte ich sie mit den oben beschriebenen Vampyrellen identificiren zu können, eine Vermuthung, zu der der Beobachter um so mehr verleitet wird, da ausser der Aehnlichkeiten dieser Amoeben in Form, Farbe, Structur sich noch das öftere Zusammenleben wenigstens der V. Spirogyrae und V. vorax hinzugesellt. Dessenungeachtet lassen sich die drei besagten Organismen sehr scharf von einander trennen. So wie die zwei ersten Vampyrellen nie fremde Körper durch Umhüllung auf-

---

1) Histologische Untersuchungen, 1862, p. 20—22; Tab. III, Fig. 50—56.
2) Bot. Zeit. 1860. Nr. 48.

nehmen, so zieht wieder die V. vorax nie ihre Nahrung aus den Conferven-Zellen heraus. Sie lebt dagegen von Diatomaceen, Euglenen, Desmidiaceen, welche sie umhüllt und Zellen verschiedenster Formen und Grössen bildet.

Die Amoebe der V. vorax ist von etwas hellerer Farbe als die Amoeben bei den anderen Arten, sonst bis auf die fehlende Körnchenbewegung in jeder Hinsicht übereinstimmend (Fig. 64. 65.) Beim Vorbeigleiten an Diatomaceen kleben diese an die Amoebe an, werden allmählig eingezogen und ohne Ordnung in dem Körper eingelagert. Mit dieser unbequemen Last setzt die V. vorax ihre Bewegungen fort, unterwegs neue Nahrung aufnehmend. Während der Ausbildung der Zelle werden die Diatomaceen parallel ihrer Längsachsen gelagert und eng von der Amoebe umschlossen, so dass die später entstehende Oberfläche der Amoebe eine längliche, nach den verschlungenen Körpern sich richtende Form erhält (Fig. 66). Seltner findet die Abgrenzung der Zelle schon zu der Zeit statt, wo die Diatomaceen noch nach allen Richtungen in der Amoebe herumliegen; es werden natürlich dadurch alle nur erdenklichen Zellformen veranlasst.

Die Zelle der V. vorax ist ohne Schleier; die Theilung des Inhaltes wie bei vorhergehenden Arten (Fig. 67). Was schliesslich den ruhenden Zustand der V. vorax betrifft, so ist zu bemerken, dass die Exemplare, die sich encystiren, keine Diatomaceen enthalten. Sie bilden zuerst eine Zelle, in der sich der zurücktretende Inhalt in gewöhnlicher Weise einkugelt und mit einer derben Membran umgiebt. Ein geringer Theil unassimilirter Substanz wird dabei oft ausgeschieden (Fig. 68, 69); seltner bei sehr grossen Amoeben entstehen in einer Zelle mehrere Cysten.

Die hier besprochene Vampyrella ist nicht allein auf Diatomaceen angewiesen; eine andere reichhaltige Nahrungsquelle bieten ihr die Euglenen und Desmidiaceen dar. Die Zellen wie die ruhenden Zustände, die sie bei dieser Kost hervorbringt, zeigen Unterschiede, die ich kurz andeuten will.

Die Zellen sind meist rund, von röthlicherer Farbe als die, welche Diatomaceen einschliessen. Die unverdaute Nahrung bildet einen grossen dunkelrothen oder braunen Ballen (Fig 70, 71). Die aus den Zellen austretenden Amoeben sind nur durch eine lebhaftere Färbung und geringere Grösse von den an Diatomaceen-Nahrung erwachsenen verschieden. Die ruhenden Zustände endlich haben oft

schlauchartige Anhängsel und reichlichere Ueberreste der Nahrung, meistens Paramylumkörner der Euglenen, aufzuweisen (Fig. 72, 73). Die angegebenen Unterschiede scheinen mir von zu geringer Bedeutung zu sein, um eine specifische Trennung zu berechtigen. Sie mögen eine Varietät der V. vorax bezeichnen.

9) Nuclearia delicatula *Cnk.*

In vielfacher Beziehung zu den Vampyrellen steht eine Amoebenform mit ebenfalls spitzen Pseudopodien, die ich unter die bekannten Arten nicht unterzubringen weiss und als Repräsentanten einer neuen Gattung, Nuclearia, betrachten werde.

Im Habitus, in der Art der Bewegung und der Körpergrösse gleicht sie den Vampyrellen. Sie ist gleichmässig an der ganzen Oberfläche oder nur an einigen Stellen mit Strahlen versehen, mitunter auch vollkommen glatt. Die Substanz des Körpers, wenn nicht mit Nahrung geschwängert, ist farblos, zart, an Vacuolen sehr reich, die zwar langsam verschwinden und wieder auftauchen, jedoch nicht plötzlich zusammenfallen wie die contractilen Räume. Der Hauptcharakter dieser Amoebe besteht in der Anwesenheit von mehreren (bis 5) glashellen Cytoblasten, mit stärker das Licht brechenden Nucleoli. Junge kleine Exemplare besitzen nur einen Kern (Fig. 74—76).

Da die Aufnahme der Nahrung so seltsame Erscheinungen darbietet, so müssen wir auch die Nuclearia delicatula hierauf einer genaueren Prüfung unterwerfen.

Nachdem die Vampyrellen oder die Pseudosporen die Conferven zu Grunde gerichtet haben, stellt sich die Nuclearia ein, um die noch vorhandenen Reste der Zellinhalte zu benutzen, oder falls diese nicht genügen, selbst die mächtigen Conferveufeinde, die Vampyrellen, anzugreifen. Man trifft sie schaarenweise an den faulenden Spirogyren haften und das Chlorophyll mit Stärkekörnchen begierig einziehen. Um zu ermitteln wie dieses vollzogen wird, ist es zweckmässig, zur Beobachtung solche Spirogyren zu wählen, welche bis auf wenige Chlorophyllklumpen ihres Inhalts beraubt sind. Man bemerkt dann, dass die birnförmig zusammengezogene Nuclearie einen oder mehrere Stränge hyaliner Substanz in die Spirogyrazelle hineinsenkt und dort in ein vielfach verzweigtes, weit greifendes Protoplasmageflecht sich ausbreitet (Fig. 77).

Jetzt werden die Chlorophyllballen in Angriff genommen. Die zarten Protoplasmafäden der Nuclearia umgeben den Klumpen und bilden nach einigen Secunden um diesen einen Plasmaüberzug, darauf wird der Hauptstrang, den die Nuclearia in die Spirogyra einsenkte, sehr langsam zurückgezogen und mit ihm der oft weit entfernte Chlorophyllballen ihr zugeführt. Bei dieser Art der Nahrungsaufnahme ist kein eigentliches Saugen, keine Strömung in den Pseudopodien, wie z. B. bei Acineten wahrzunehmen. Die Bildung dieser langen Stränge geschieht nur da, wo die Conferven meistentheils ihres Inhalts entledigt sind, bei reichlichem Chlorophyllvorrath haften die Nuclearien in grosser Zahl seitlich an den Algenzellen an und senden ein kurzes Pseudopodiengeflecht in diese hinein. Die N. delicatula ist an keine bestimmte Algenart gebunden; nur erweichte, in Fäulniss übergehende Zellhäute vermag sie zu durchbohren. Liegt die Nahrung unmittelbar an der Oberfläche ihres Körpers, so wird jene ohne Pseudopodienbildung von demselben umhüllt und eingezogen.

Es gelang mir bis jetzt weder Zellen noch ruhende Zustände an der Nuclearia delicatula aufzufinden. Das einzige was auf solche hindeuten möchte, waren weite, aus feinen Körnchen bestehende Blasen, die sich um die, auf dem Objectträger cultivirten Exemplare bildeten (Fig. 78). Bis diese Lücken in der Entwickelung der N. delicatula nicht erfüllt sind; bleibt ihre Stellung bei den Monaden noch zweifelhaft.

10) Nuclearia simplex *Cnk.*

Diese Art besitzt eine farblose Amoebe mit einem Cytoblasten, daher ist sie, wenn man nur diesen Zustand berücksichtigt, von jungen N. delicatula nicht zu unterscheiden (Fig. 79). Ihre Nahrung besteht aus Chlorophyll und kleinen Stärkekörnern, auch kriecht sie in faulende Räderthiere, wo sie sich zahlreich vermehrt. Mit grosser Leichtigkeit bildet diese Art, auf dem Objectträger cultivirt, ruhende Zustände, wozu, wie wir sahen, die vorige in demselben Versuchstropfen sich nicht bewegen liess. Der ruhende Zustand besteht aus einer Zelle, die im Centrum eine viel kleinere, farblose Cyste beherbergt. Auf der Cyste oder in einiger Entfernung liegen die während des Encystirens ausgeschiedenen Nahrungspartikelchen (Fig. 80). Die N. simplex ist die einzige Form, an der es mir

gelang, aus der einige Tage getrockneten Cyste die Amoebe wieder austreten zu sehen. Das Ausschlüpfen erfolgt sehr langsam durch eine kleine Oeffnung, die in der Cyste entsteht; die hervorkriechende Amoebe muss noch durch die äussere Zelle sich die Bahn brechen (Fig. 81).

Die Amoebenzustände, die in den Entwickelungskreis der Monaden gehören, zeigen viele Berührungspunkte mit den echten Actinophryen. An beiden Gebilden finden wir dieselben Structurverhältnisse, ja mit Ausnahme der Rindenschicht, die bei den Actinophryen mehr oder weniger scharf hervortritt, lässt sich kaum ein durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal aufstellen. Daher, um für die systematische Stellung der Monaden noch andere Anknüpfungspunkte als die der Myxomyceten zu gewinnen, unterwarf ich die analogen Actinophryen einer genauen Untersuchung. Zu diesem Zwecke wählte ich die zwei gewöhnlichen Arten Actinophrys sol. und A. Eichornii.

Die Structurverhältnisse kann ich wohl als bekannt voraussetzen, will mich daher nur lediglich bei den Ruhezuständen, die ich neulich fand, aufhalten.

Die vorbereitenden Vorgänge zu der Cystenbildung sind bei der ersten Art folgende:

Actinophrys sol zieht die Strahlen zurück und scheidet an seiner glatten Oberfläche eine scharf conturirte Hülle aus, bildet sich also in eine Zelle um (Fig. 82). Die Körpersubstanz verliert dabei die schaumartige Beschaffenheit, wird feinkörnig, gegen das Centrum hin verdichtet. Dadurch entsteht eine centrale dunkle Kugel, die allmählig in die peripherische helle Zone übergeht und deren Durchmesser etwa die Hälfte des ganzen Zellendiameter ausmacht; an einer Stelle ist die grosse contractile Vacuole, die während der Diastole die Zellhaut ausstülpt, noch einige Zeit sichtbar (Fig. 82). Die folgenden Stadien folgen rasch auf einander. Nach Verlauf einiger Stunden zerfällt die centrale Kugel vermittelst einer immer tiefer gehenden Einschnürung in zwei Theile, die sich abrunden, schärfer umschreiben und aneinanderrücken (Fig. 83—86). Ist die Theilung vollzogen, so verschwindet die Zellhaut mit dem peripherischen Inhalte bis auf einige zurückbleibende Körnchen gänzlich. An beiden Kugeln erscheint nun eine dicke Membran, während ihr Inhalt etwas zurücktritt und abermals mit einer dicken,

glatten Hülle sich umgiebt. An fertigen Cysten ist die äussere Membran fein gefaltet, mit spitzen, nach Innen gerichteten Wärzchen zahlreich bedeckt und wie der Inhalt dunkelbraun gefärbt (Fig. 87). Es sei noch hier erwähnt, dass um den zur Cystenbildung sich anschickenden Actinophrys eine sehr zarte weit abstehende farblose Zone erscheint, deren Umrisse durch anklebende fremde Körnchen bezeichnet werden. Diese Zone bleibt während der Theilung der centralen Kugel und verschwindet etwas später als die Zellhaut. Ihre Entstehung konnte ich wegen Mangel an Material nicht näher ermitteln, sie scheint mir der Umhüllung der N. delicatula analog zu sein (Fig. 83, 85).

Aus dem Gesagten ersehen wir, dass aus einem in eine Blase umgewandelten Actinophrys 2 Cysten entstehen, und dass zu ihrer Ausbildung nur ein Theil der Körpersubstanz dabei verbraucht wird. Diese Entwickelungsart ist geeignet, wie ich glaube, die Actinophrys nahe an die Monaden anzuschliessen. Denn es wird wohl die Actinophrysblase, in welcher die Cysten entstehen, mit der Monadenzelle ohne geringsten Zwang zu vergleichen sein. Beide Bildungen besitzen gemeinschaftlich eine Vegetationsperiode, wenn sie auch bei Actinophrys eine sehr kurze Dauer hat; in beiden wird ferner ein Theil des Inhaltes in die Cyste umgebildet und zuletzt ist noch die Thatsache hervorzuheben, dass in einer Zelle zwei und wie wir ein Actinophrys Eichornii sehen werden, mehrere Cysten entstehen können, ein Umstand, welchen wir nur bei Myxomyceten und Monaden wieder finden. Alle diese Verhältnisse berechtigen uns, die Actinophrys-Cyste in morphologischer Hinsicht eng an dieselbe Bildung der Monaden anzuschliessen. Die Bemühungen, Schwärmsporen oder Theilungen des Zellinhaltes zur unmittelbaren Bildung neuer Actinophryen zu beobachten, schlugen immer fehl. Dagegen liess sich die Art, wie der Actinophrys sol aus der Cyste nach einiger Ruhezeit zum neuen Leben erwacht, vollständig ermitteln. Da der Vorgang mehrere Stunden dauert, so lassen sich die aufeinander folgenden Veränderungen sehr deutlich wahrnehmen. Sie bestehen zuerst in der beträchtlichen Ausdehnung der in gefalteter Membran eingeschlossenen Cyste, wodurch die erste ausgeweitet wird, an einer Seite die Falten verliert und glatt erscheint. An demselben Orte treten in der Cyste mehrere helle Räume auf, die den dichteren Inhalt zurückdrängen. Bei fernerer Ausdehnung der Cyste stülpt sie immer mehr die gefaltete Hülle aus, bis sie diese zersprengt und sich theilweise oder gänzlich

befreit (Fig. 88). Unterdessen hat eine Scheidung des Cysteninhalts in einen hellflüssigen und dichteren Theil einen bedeutenden Umfang gewonnen, auch eine grosse, schnell zusammenfallende Vacuole ist in die Erscheinung getreten (Fig. 89, v. c). Bald darauf zieht sich der sämmtliche Cysteninhalt von der Wand zurück, wobei wieder der helle Theil, bis auf kleinen peripherischen Saum auf Kosten des dichteren verdrängt wird. Kurze, zahlreiche Strahlen, die sich im ganzen Umfange von dem Inhalte gegen die Cystenwand erheben, sind mit dem pulsirenden Raume die ersten unzweideutigen Merkmale des wieder auflebenden Actinophrys (Fig. 90). Die Strahlen drängen nun immer mehr die jetzt schon sehr zarte umfangreiche Cystenwand vor sich, bis schliesslich die letzte sich auflöst und den Bewegungen des Actinophrys keine Hindernisse mehr in den Weg stellt.

Die zweite Actinophrys-Art, bei der ich ruhende Zustände erzielt habe, ist die viel besprochene A. Eichornii *Ehr.*

Nachdem mehrere Versuche, die Encystirung auf dem Objectträger sich vollziehen zu lassen, gänzlich fehlgeschlagen waren, kam ich auf den Gedanken, dass vielleicht durch künstlich herbeigeführte, mehrfache Copulation die ruhenden Zustände zu erzwingen sein.

Um diese Vermuthung zu prüfen, wurden auf den Objectträger in Wassertropfen zwei Exemplare gelegt und unter dem Simplex durch Ablösung eines Körpersegmentes mittelst einer Nadel wund gemacht, sodann die Wundflächen beider mittelst Papierstreifchen in Berührung gebracht. Nach Verlauf von 8—30 Minuten erfolgte das bekannte Zusammenfliessen beider Individuen in einen Körper. Ich brachte nun in den Tropfen ein neues Exemplar hinein und wiederholte mit beiden dieselbe Operation u. s. w. Auf diese Weise erhielt ich einen colossalen Actinophrys, der fünf zusammengeschmolzene Exemplare repräsentirte. In den meisten Fällen theilten sich diese grossen Protoplosmamassen durch Abschnürungen wiederum in mehrere, kleinere, normal beschaffene Individuen; einige Mal jedoch gelang es, eine andere Bildung, die wohl als ruhender Zustand zu deuten ist, abzulauschen. Die Strahlen wurden nämlich eingezogen, die zellenartige Beschaffenheit des Körpers verschwand und der ganze Actinophrys verwandelte sich in einen dunkeln, feinkörnigen, mit zahlreichen Vacuolen durchzogenen Schleim, der statt der Rinden-Substanz von einem hellen dickflüssigen Saum umgeben war. Etwa nach Verlauf von 7 Stunden zerfiel diese Protoplassmamasse in mehrere dunkle Kugeln, von denen jede von einem farblosen Schleim-

hof umsäumt war. Bei noch weiter vorgerücktem Stadium hatten die Kugeln scharfe Umrisse bekommen und jede war in eine weit abstehende Membran eingehüllt; die übrige Substanz, in welcher sämmtliche Kugeln eingebettet waren, verschwand allmählig. Das weitere Schicksal dieser Kugel ist noch unbekannt; ihre Zahl scheint in keinem Verhältniss zu der Zahl in die Copulation gebrachter Individuen zu stehen.

Aus dem Mitgetheilten ersehen wir, dass in Betreff des ruhenden Zustandes die beiden Actinophryen im Wesentlichen übereinstimmen. Nur ist bei A. Eichornii während der Cystenbildung die Anwesenheit von einer scharf umschriebenen Haut zweifelhaft, so dass der Zellzustand der Monaden und des Actinophrys sol hier durch eine hüllenlose, nackte Zelle repräsentirt zu sein scheint.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XII—XIV.

Sämmtliche Figuren, wo die Vergrösserung nicht in Klammern angegeben ist, sind 320 Mal vergrössert dargestellt. In allen Abbildungen bezeichnet a, die Nahrung; z, die Monadenzelle; c, die Monadencyste; s, den Schleier; n, den Cytoblast; v. c., die contr. Vacuolen.

Fig. 1—5. Monas amyli.

Fig. 1 (350). Die Zelle während der Zoosporenbildung.
„ 2 (350). Der Schwärmer.
„ 3, 4 (350) Amoebenzustand des Schwärmers.
„ 5 (450). Ruhender Zustand. w, warzenartige Vorsprünge der Zellwand.

Fig. 6—11. Pseudospora parasitica (früher M. parasitica).

„ 6. Der Schwärmer.
„ 7, 8. Die Amoebe.
„ 9. Zellzustand.
„ 10. Schwärmsporenerzeugung.

Fig. 12, 13. Pseudospora Nitellarum.

„ 11. Ruhender Zustand
„ 12. Ruhezustand.
„ 13. Der Schwärmer.

Fig. 14—18 Pseudospora Volvocis.

„ 14, 15. Schwärmer.
„ 16, 17. Amoebenzustand.
„ 18. Ruhezustand.

Fig. 19—31 Colpodella pugnax.

Fig 19-21. Der Schwärmer.
„ 22. Drei sich an einer Chlamydomonas ansetzende Schwärmer
„ 23-25. Der Schwärmer während der Nahrungsaufnahme.
„ 26, 27. Zellenzustand.
„ 28-30. Schwärmererzeugung.
„ 31. Ruhender Zustaud

Fig. 32—37. Unbestimmte Monaden.

„ 32-33. Der Schwärmer.
„ 34. Seine Cysten.
„ 35-37. Das Austreten des Schwärmers aus der Cyste.

Fig. 38—41. Bodo sp.

„ 38, 39. Der Schwärmer.
„ 40. Die Cyste.
„ 41. Das Ausschlüpfen aus der Cyste.

Fig. 42—43. Monas irregularis *Perty*.

„ 42. Schwärmer.
„ 43. Nahrungsaufnahme desselben.

Fig. 44—56. Vampyrella spirogyrae

„ 44, 45. Die Amoebe während der Nahrungsaufnahme.
„ 46. 47. Zellenzustand.
„ 48, 49. Die aus der Zelle austretenden Amoeben.
„ 50-54. Amoebenzustände.
„ 55. Zelle nach dem Austreten der Amoeben.
„ 56. Ruhezustand.

Fig. 57—63. Vampyrella pendula.

„ 57. Amoebe während der Nahrungsaufnahme. Die nacheinander folgenden, an demselben Exemplar d beobachteten Vorgänge sind hier an verschiedene Conferven-Glieder versetzt dargestellt. g. Zellenzustand.
„ 58. Amoebenzustand
„ 59. Zellenstadium; St. der starre Fadenstiel.
„ 60. Das Ausschlüpfen der Amoeben aus der Zelle.
„ 61. Die leere Zelle mit dem birnförmigen Schleier; c. die Austrittsöffnung.
„ 62. Die innern Conferven, kleine Exemplare des Zellenstadiums.
„ 63 Ruhender Zustand.

Fig. 64—73. Vampyrella vorax.

„ 64, 65. Amoebenzustand.
„ 66. Zellstadium.
„ 67. Das Austreten der Amoeben.
„ 68, 69. Ruhende Zustände.
„ 70, 71. Zelle einer Varietät derselben Art.
„ 72, 73. Ruhestand der Vorigen.

Fig 74—78. Nuclearia delicatula.

Fig. 74, 75. Amoebenzustände.
„ 76. Theilung der Amoebe.
„ 77. Nahrungsaufnahme.
„ 78. Zum Zellzustand sich anschickendes Exemplar.

Fig. 79—81. Nuclearia simplex.

„ 79. Amoebenzustand.
„ 80. Ruhezustand.
„ 81. Das Austreten der Amoebe aus der Cyste.

Fig. 82—90. Actinophrys sol.

„ 82. Zellzustand.
„ 83-86. Die aufeinanderfolgenden Stadien bei der Cystenbildung.
„ 87. Ausgebildete Cyste.
„ 88-90. Das Austreten des Actinophrys aus der Cyste.

Dresden, März 1865.

Untersuchungen über die Entwicklung des Harn- und Geschlechtssystems.

Von

Dr. C. Kupffer in Dorpat.

Hierzu Tafel XV.

1. Die Entstehung der Niere bei Schaafembryonen.

Die ersten Anfänge der Nieren sind an Säugethierembryonen bisher nicht aufgefunden worden. Das jüngste zur Beobachtung gekommene Entwicklungsstadium derselben hat Rathke[1]) beschrieben. Er fand an einem Rindsembryo, der vom Nackenhöcker zur Schwanzwurzel in gerader Linie $6\frac{1}{3}$ par.''' mass und Spuren von Kiemenspalten am Halse zeigte, jederseits nach Innen vom hintern Ende der Urniere ein kleines Körperchen, in eine besondere Nische der Rückenwand eingebettet, das an seiner, der Urniere zugewandten, also der äussern Seite, 6—7 warzenförmige Erhöhungen der Oberfläche wahrnehmen liess. Aus dem weiteren Verlauf seiner Untersuchungen an ältern Embryonen schliesst Rathke mit Bestimmtheit darauf, in diesen Körperchen die Nieren vor sich gehabt zu haben, trotzdem er keine Spur eines Ureters nachweisen konnte. Er nimmt daher an, dass sich die Niere an dem Orte des Fundes, ohne Zusammenhang mit der Kloake, resp. dem sinus urogenitalis, gebildet habe.

Später, nachdem Remak den Ursprung der Niere beim Hühnchen

1) Abhandlgg. zur Bildungs- und Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Thiere. Zweiter Thl. Vierte Abhandlg. Leipzig 1833.

beschrieben hatte, behauptet Rathke[1]), dass sich Nieren und Harnleiter bei den höhern Wirbelthieren überhaupt ganz unabhängig von den Wolff'schen Körpern und deren Ausführungsgängen bildeten, ohne sich darüber zu äussern, ob er, nach wie vor, an der isolirten Entstehung des Organs bei den Säugethieren festhalte. — Bei'm Hühnchen geht nach Remak bekanntlich die Entstehung des uropoetischen Systems von der Kloake aus. Er[2]) schildert den Vorgang folgendermassen: „Am sechsten Brüttage zeigen sich hinter der Kloake, neben und nach innen von den Ausführungsgängen der Urnieren zwei zapfenförmige Körper, in dem Blasteme der Beckenwand eingebèttet. Man unterscheidet an ihnen eine in die Faserschicht der Darmwand übergehende Rinde und einen durch ein blind endigendes Epithelialrohr gebildeten hellen Axentheil, der mit dem die Kloake auskleidenden Drüsenblatte zusammenhängt. Diese Körper sind die Anlagen der Nieren, die demnach in Bezug auf Entstehung und Zusammensetzung mit den Anlagen der Lungen, des Pankreas und der Speicheldrüsen im Wesentlichen übereinkommen."

So Remak. Meine Untersuchungen ergaben ein abweichendes Resultat. Zwar finde ich, dass, wie aus seinen Ermittelungen bereits wahrscheinlich war, das bleibende Harnsystem auch bei Säugethieren nicht in solider Anlage auftritt, die erst nachträglich ihre Communicationen herstellte, sondern aus einem bereits vorgebildeten Systeme sekundär sich entwickelt. Allein ich sehe nicht, wie Remak, das Darmsystem, sondern das funktionell nächststehende der bereits angelegten Systeme, das der Urniere, den Mutterboden darbieten, aus dem die neue Anlage keimt.

Das Nähere wird sich aus der Mittheilung des unmittelbar Beobachteten ergeben.

Ich begann damit, durch Präparation unter der Lupe zu untersuchen, wie weit es mir, beim Vorschreiten von älteren Embryonen zu jüngeren, gelingen möchte, die Niere als besondere, von der Umgebung unterscheidbaren Körper darzustellen. Es stand mir dazu eine recht vollständige Altersreihe von in Alkohol conservirten Exemplaren zur Disposition.

---

1) H. Rathke, Entwickelungsgesch. der Wirbelthiere. Leipzig 1861. pag. 168.

2) R. Renak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere Berlin 1851. pag. 121.

Die bezüglichen Verhältnisse an älteren Embryonen übergehend, da sie mehrfach beschrieben und abgebildet sind, erwähne ich, dass an einem Exemplar von 16 Mm. Länge, in gerader Linie vom Nackenhöcker bis zur Schwanzwurzel gemessen, die Nieren sich als linsenförmige, etwa 1,5 Mm. lange Körper der Ansicht vom Rücken her frei darboten, nachdem die Weichtheile des Rückens und die Wirbelsäule entfernt waren. Beide waren nur durch die Aorta von einander geschieden, lagen eine jede in einer Nische des Wolff'schen Körpers derselben Seite, etwa an der Grenze zwischen dem hinteren und mittlerem Drittheil der Länge jenes, liessen sich leicht aus der Nische ausschälen und besassen eine durchweg glatte Oberfläche. Von der untern (dem Bauche zugewandten) Seite, nicht vom hintern Ende, ging ein zarter Faden ab, offenbar der Ureter, den ich bis zum hintern Ende des Wolff'schen Körpers verfolgen konnte; dort schlug er sich von rückwärts her um die äussere Seite des Wolff'schen Ganges und trat in so intimen Zusammenhang mit letzterem, dass ich über seine Endigung nichts Sicheres ermitteln konnte. Bei einem wenig kleinern Embryo, in derselben Weise gemessen etwa 14 Mm. lang, war nach derselben Präparation bei der Rückenansicht nichts von den Nieren wahrzunehmen, die Wolff'schen Körper hatten in ihrer ganzen Länge nur die Aorta zwischen sich. Ich löste einen Wolff'schen Körper am innern Rande, also von der Aorta ab und schlug ihn nach aussen; auch dann zeigte sich keine bestimmt umschriebene Portion, die als Niere hätte genommen werden können. Die lockere Substanz, die, von der Umbilicalarterie auswärts umschrieben, den Raum zwischen Wolff'schem Gange und Wurzel des Mesenteriums einnahm, musste die Niere enthalten, trotzdem fand ich sie nicht auf.

Ich beschloss daher ein anderes Verfahren einzuschlagen. Gelang es mir, erhärtete Embryonen vom hintern Ende an derart in zur mikroskopischen Untersuchung geeignete dünne Schnitte, senkrecht zur Axe zu zerlegen, dass kein Schnitt verloren ging und wurden diese Schnitte genau in der Aufeinanderfolge geordnet, in der sie angefertigt waren, so konnten die ersten Anfänge des gesuchten Organs der Beobachtung nicht entgehen. Diese Aufgabe habe ich für zwei Embryonen von 8 Mm., zwei von 10 Mm., einen von 13 Mm., einen von 15 Mm., zwei von 17 Mm., einen von 24 Mm. und zwei von 30 Mm. Länge soweit zur Befriedigung gelöst, dass ich von jedem mindestens das hintere Drittheil des Körpers in der ange-

deuteten Weise zerlegt habe und die sämmtlichen Schnitte geordnet besitze.

Ich habe die Embryonen zu diesem Behuf in einer 10% Lösung von saurem, chromsauren Kali erhärtet, der ich für Embryonen den Vorzug geben muss vor einer Lösung der reinen Säure, selbst in schwachen Proportionen. Es dauert allerdings beträchtlich länger, dafür bewahrt er aber seine Formen getreuer und erhält sich Monate lang ohne brüchig zu werden.

Nachdem der genügend erhärtete Embryo mit Carminlösung imbilirt war, wurden die einzelnen Schnitte mit Terpentin geklärt bis das Object den erforderlichen Consistenzgrad erlangt und in einer Lösung von Canadabalsam in Chloroform unter dem Deckblatt aufgehoben.

Ich wende mich an die Schilderung der in Rede stehenden Verhältnisse bei den einzelnen von mir untersuchten Altersstufen.

Schaafembryo von 8 Mm. Länge.

Als Ausgangspunkt der Betrachtung diene die Einmündungsstelle der Wolff'schen Gänge in den sinus urogenitalis und es mögen die Verhältnisse verfolgt werden, wie dieselben sich in den vom Schwanz- zum Kopfende auf einander folgenden Querschnitten darbieten.

Die Bezeichnung Querschnitt ist in jedem Falle so zu verstehen, dass die Schnittebene parallel den Grenzflächen des Urwirbels fällt, den sie trifft. Mithin convergiren die sämmtlichen „Querschnitte" gegen die Bauchseite des stark gekrümmten Embryo.

Ich habe an diesem Exemplare auf der Strecke von 1 Mm. Länge 20—25 Querschnitte angefertigt, also misst jeder Schnitt durchschnittlich an Dicke 0,04—0,05 Mm

Da das äusserste Ende der Wolff'schen Gänge sich kurz vor der Einmündung aus der vorher eingehaltenen longitudinalen Richtung bauchwärts biegt, so treffen die ersten Schnitte, vom Schwanzende an gezählt, diese Gänge nicht gleich quer, sondern fallen parallel der Axe dieser letzten Enden und erst der vierte meiner Schnitte enthält das quer getroffene Lumen der Gänge, hart oberhalb der eben erwähnten Biegung.

Der erste Schnitt, der die Einmündungsstellen trifft, zeigt folgende Verhältnisse an den Theilen, die hier in Betracht kommen:

Das Lumen des sinus urogenitalis bietet eine dreieckige Oeffnung

dar, die hintere [1]) Seite des Dreiecks ist die längste. Der ihr gegenüberliegende, mit seinem Scheitel zur Bauchseite gewandte Winkel ist stumpf, die beiden seitlichen, spitzen Winkel sind an ihren Scheiteln ein wenig nach hinten ausgezogen. In jeden dieser Winkel läuft von hinten her der Wolff'sche Gang seiner Seite aus, der bei der Betrachtung des Präparats von oben her als Rinne erscheint, indem seine untere Wand, innerhalb des Präparats gelegen, den Boden der Rinne abgiebt, während das Messer an der obern Fläche des Präparats den Gang eröffnet hat.

Von dem Lumen des sinus urogenitalis nach hinten zu erscheint in der Medianlinie des Präparats eine kleine kreisrunde Oeffnung, von einem zierlichen Epithelialkranz umgeben: das Lumen des Darms. Seitwärts von demselben und in einer Entfernung davon, die etwa das dreifache der Dicke seiner Epitheliallage beträgt, erscheint sowohl rechts als links eine bogenförmig gekrümmte Linie, die Concavität dem Darm zugewandt, als seitliche Grenze der Faserlage des Darms gegen die Umgebung; vorn fehlt die Grenze. Diese Linien sind in allen weiter abwärts gelegenen Schnitten nicht vorhanden. Sie deuten mithin an dem in Rede stehenden Schnitte das äusserste der Peritonealhöhle an, das sich also in gleicher Höhe mit der Einmündungsstelle der Wolff'schen Gänge in den sinus urogenitalis befindet. Die Epithelien abgerechnet, ist noch keine Spur histologischer Differenzirung wahrzunehmen. Kleine runde, dicht aneinander geprägte Zellen nehmen gleichmässig die ganze Ausdehnung des Querschnittes ein. Dagegen ist das Epithelium des Darms sowohl, als des sinus urogenitalis aus cylindrischen, mit deutlichen runden Kernen versehenen Zellen gebildet, die an beiden Orten in doppelter Lage auftreten. Eine scharfe Linie schneidet überall das Epithel von der äussern Umgebung. Von dem vordern Winkel am Lumen des sinus urogenitalis zieht eine doppelte Epithelialschicht in der Mittellinie des Präparats bis an die vordere Peripherie desselben, dort in das Epithelium der äussern Haut übergehend. Es ist das die Auskleidung eines Spalts, durch den der sinus sich nach aussen öffnet, der sogenannten fissura urogenitalis.

Der nächst höhere Schnitt, von oben her betrachtet, zeigt

1) Es sei hier bemerkt, dass die Lokalangaben in der Beschreibung durchweg auf die aufrechte Stellung des Embryo Bezug nehmen; „nach hinten“ heisst also „zum Rücken“, „nach oben“ „zum Kopfe“ hin.

einige Abweichungen von dem eben geschilderten Bilde. Das Lumen des sinus hat ungefähr U-form. Die beiden Hörner des U sind wieder die Enden der Wolff'schen Gänge, die an diesem Präparat von dem Messer in der Mitte ihres Kalibers longitudinal getroffen sind.

Der Darm ist zu drei Viertheilen seiner Peripherie, vorn und zu beiden Seiten, von einem schmalen Spalt umgrenzt, dem Durchschnitt der Peritonealhöhle.

Die doppelte Epitheliallage in der Mittellinie, zwischen sinus urogenitalis und äusserer Peripherie, erscheint hier im Verschwinden begriffen; es fehlen ihr die bestimmten Grenzlinien, sowohl die mittlere Trennungslinie zwischen beiden Lagen, als auch die beiden seitlichen; die Zellen zeigen nicht mehr bestimmt die Form und Lagerung der Epithelzellen. Es sind nur Spuren davon wahrnehmbar, dass hier früher zwei Epitheliallagen bestanden haben. Solche Spur zeigen noch einige der nächst höhern Schnitte (cf. Fig. 1). Daraus ist der Schluss berechtigt, dass die fissura urogenitalis früher höher hinauf gereicht habe und von oben her verwachsen ist.

Den folgenden Schnitt stellt Fig. 1 bei der Ansicht von oben her dar: Das Lumen des sinus urogenitalis halbmondförmig, die Enden etwas erweitert, der Durchschnitt der Wolff'schen Gänge noch mit jenem Lumen zusammenhängend. Von der hintern Wand des Wolff'schen Ganges geht eine nach oben offene Rinne aus, mit Epithelium ausgekleidet, das sich von dem des Wolff'schen Ganges nicht unterscheidet. Der Boden der Rinne liegt vollständig innerhalb des Schnittes, der Ebene desselben parallel.

Die Durchschnitte der Darmanlage und Peritonealhöhle unterscheiden sich, wie die Figur zeigt, nicht von dem Verhalten an dem vorherigen Schnitte. Uebereinstimmend mit jenem Schnitt zeigt auch dieser in der Medianlinie zwischen dem sinus urogen. und der vordern Peripherie einen intensiver gefärbten Streifen, den Rest einer doppelten Epitheliallage.

Der vierte Schnitt ist in Fig. 2 wiedergegeben. Man sieht den Wolff'schen Gang quer durchschnitten und vom Lumen des sinus urogen. nach hinten und aussen abgerückt, indem ein Spalt der Peritonealhöhle zwischen beide eindringt. Nach hinten vom Querschnitt des Wolff'schen Ganges zeigt sich ein zweites Lumen, von annähernd derselben Weite, eiförmig, die Spitze nach vorn gerichtet. Es entspricht in seiner Lage und Weite genau dem hintern Ende der in den Wolff'schen Gang einmündenden Rinne des vori-

gen Schnittes. Es unterliegt keinem Zweifel, dass es derselbe Kanal ist, der dort longitudinal getroffen, hier, ein wenig höher, quer durchschnitten worden ist. Derselbe muss also, vom Wolff'schen Gange aus verfolgt, erst eine Strecke weit nach hinten (zum Rücke hin) verlaufen, dann ein Knie bilden und aufwärts steigen (gegen das Kopfende hin).

Der fünfte Schnitt enthält an derselben Stelle, wie der vorige, das unveränderte Lumen des Wolff'schen Ganges, statt des zweiten Lumen dagegen das blinde Ende jenes Kanals, kenntlich, sobald man die mittlere Lage der Dicke des Schnittes in den Focus eingestellt hat, an zwei concentrisch in einander gefügten Kreislinien, der innern und äussern Grenze seines Epithels.

Alle in der Richtung zum Kopfende hin folgenden Schnitte lassen allein das Lumen des Wolff'schen Ganges gewahren, dem sich bald Querschnitte des Wolff'schen Körpers selbst anschliessen.

Dieser, nach oben hin blindendigende kurze Kanal, der mit dem untern Ende des Wolff'schen Ganges communicirt, stellt, wie die weitere Entwicklung nachweist, die erste Anlage des bleibenden Harnsystems dar. Nennen wir denselben, der Kürze wegen, Nierenkanal.

Aus den Verhältnissen an den oben beschriebenen Schnitten ergiebt sich über seine Lage und Richtung bei der in Rede stehenden Altersstufe Folgendes:

Aus der Rückwand des Wolff'schen Ganges, da wo derselbe kurz vor seiner Einmündung in den sinus urogenitalis aus der longitudinalen Richtung sich bauchwärts wendet, geht der Nierenkanal nach hinten zu ab. Zunächst liegt er genau in der Transversal-Ebene des Embryo, dann biegt er sich aufwärts. In der Weite giebt er dem Wolff'schen Gange nichts nach.

Auf andere Theile bezogen, so liegt die Vereinigungsstelle von Nierenkanal und Wolff'schem Gange etwas unterhalb des tiefsten Punktes, den die Umbilikalarterie erreicht, indem sie den nach unten (zum Schwanzende hin) konvexen Bogen schlägt. Der Schnitt, der das obere blinde Ende des Nierenkanals enthält, trifft eben den Scheitel jenes Bogens.

Nach direkter Messung des transversal gelegenen Stückes des Nierenkanals beträgt dasselbe an Länge 0,13 mm.; das aufsteigende Stück mag, wenn ich die durchschnittliche Dicke meiner Schnitte als Maass anwende, circa ebensoviel betragen.

Wenn somit die jüngste von mir beobachtete Entwicklungs-

stufe des Harnsystems einen bereits 0,2-0,3 mm. langen, rechtwinklig geknickten Kanal darstellt, so kann doch auch nach diesem Funde mit Bestimmtheit ausgesprochen werden,

dass das bleibende Harnsystem bei Schaafembryonen zuerst als blindsackförmige Ausstülpung aus der Rückwand des Wolff'schen Ganges hervorgeht.

Nach Erkenntniss dieses Ursprungs werfen sich für die weitere Untersuchung die beiden Fragen zur Beantwortung auf:

1. Wie entsteht die Niere selbst?

2. Wie erfolgt die Trennung des Nierenkanals (Ureter) von dem Wolff'schen Gange, resp. dem vas deferens?

Schaafembryo von 10 mm. Länge.

Ich beginne hier mit dem Querschnitte, der die Einmündung des Nierenkanals in den Wolff'schen Gang enthält und verweise zugleich auf die Figur 3; als Ansicht des Schnittes. Man sieht daraus, der Wolff'che Gang ist querdurchschnitten und der Strang, der das Lumen desselben enthält. vom sinus urogen. abgerückt und durch einen nach aussen vordringenden Spalt von der Hinterwand des letztern geschieden. Es muss also die Einmündung des Wolff'schen Ganges in den sinus merklich tiefer liegen; in der That erreicht man sie erst mit dem dritten Schnitte abwärts, von dem vorliegenden aus gerechnet. Da nun bei der vorigen Altersstufe derselbe Querschnitt, der die Communikation des Nierenkanals mit dem Wolff'schen Gange enthielt, zugleich auch den Wolff'schen Gang im Zusammenhange mit dem sinus zeigte, so folgt, dass das beiden Kanälen gemeinschaftliche Stück zunächst noch gewachsen ist.

Man könnte gegen diese Argumentation einwenden, dass die Schnitte in beiden Fällen möglicher Weise nicht die gleiche Richtung eingehalten haben. Allein dem gegenüber muss ich darauf hinweisen, dass der Nierenkanal hier wie dort mit der Ebene des Schnittes zusammenfällt. Uebrigens ergiebt sich die Richtigkeit des obigen Schlusses auch aus den Verhältnissen bei den nächst folgenden Altersstufen.

Der Nierenkanal ist im Vergleich zur frühern Entwicklungs-

stufe beträchtlich enger geworden, er zeigt etwa ein Viertel der erst beobachteten Weite. Zugleich hat sein Lageverhältniss zum Wolff'schen Gange sich etwas geändert, indem die Einmündungsstelle mehr an die äussere Wand des letztern gerückt ist. So ist denn das in der Ebene des Querschnitts gelegene Stück des Nierenkanals nicht direkt nach hinten gerichtet, sondern biegt sich vom Wolff'schen Gange aus nach hinten und innen.

Ich erwähne noch, dass von einer Spur des Epitheliums der fissura urogen., wie der Schnitt in gleicher Höhe an dem Embryo von 8 mm. Länge sie zeigte, hier nichts wahrzunehmen ist.

Der nächste Schnitt zeigt die engen, von zierlichem Epithelialkranz umgebenen Lumina der Nierenkanäle quer durchschnitten, zu beiden Seiten der Wurzel des Mesenteriums gelegen.

Hieran schliesst sich in dem folgenden Schnitte eine neue Bildung an, indem jederseits eine deutlich von der Umgebung abgegrenzte, im Querschnitt kreisförmige Zellengruppe hart hinter den Nierenkanälen auftritt, die der nächste Schnitt in intimem Zusammenhange mit denselben zeigt.

Diesen Schnitt giebt die Figur 4 wieder. Man sieht aus derselben, dass der Nierenkanal in dieser Höhe ein zweites Mal seinen Verlauf ändert, indem er aus der longitudinalen Richtung sich abermals dem Rücken zuwendet. Da hier die eben erwähnte Zellengruppe hart hinter dem Kanal liegt, so tritt derselbe bei der Wendung in jene hinein, dringt bis zum Centrum vor und endet dort blind mit flaschenförmiger Erweiterung. — Weiter aufwärts gewahrt man den Kanal nicht mehr und die Zellengruppe selbst findet in dem zweiten der folgenden Schnitte ihr Ende.

Diese Gruppe stellt die Anlage der Niere selbst dar. Beide Nieren, auf dieser Entwicklungsstufe von fast sphärischer Form, berühren sich in der Mittellinie, liegen hart vor der Theilungsstelle der Aorta in die Arteriae umbilicales und nehmen fast den ganzen Raum ein zwischen diesen Arterien und der Wurzel des Mesenteriums.

Man kann nunmehr in der Betrachtung an der gesammten Anlage drei Abtheilungen unterscheiden: die Niere, das innerhalb derselben gelegene, flaschenförmig erweiterte blinde Endstück des Nierenkanals, Nierenbecken und endlich den übrigen Theil des Kanals, den Ureter.

Um das Nierenbecken ist die Substanz der Niere concentrisch

in mehreren Lagen geordnet, die sich bereits histologisch zu differenziren beginnen. Zunächst der Epitheliallage des Beckens, die sich aus regelmässigen cylindrischen Zellen in drei- bis vierfacher Schicht zusammensetzt, kommt eine Lage runder, gedrängt an einander liegender Zellen. Es scheint ihre Lagerung durch das Epithelium einigermaassen bestimmt zu werden, obgleich eine durchaus scharfe Grenze beide Lagen von einander sondert. Man sieht diese Zellen nämlich sich in der Verlängerung der Axen der cylindrischen Epithelialzellen an einander reihen, so dass das Bild eine gewisse Regelmässigkeit darbietet. — Aehnliches habe ich auch am Rückenmarke bemerkt, wo in frühen Stadien, ehe noch eine Andeutung der weissen Masse auftritt, das Epithelium des Centralkanals in besonderer Mächtigkeit sich darbietet. Auch dort setzt sich die Ordnung der Elemente des Epitheliums über die äussere Grenze desselben hinaus auf die nächstanliegenden runden Zellen fort.

Die darauf folgende zweite Lage der Nieren zeigt bei mehr auseinander gerückten Zellen deutliche Intercellularsubstanz, während die dritte peripherische Schicht bereits die Anfänge fasrigen Baues enthält, indem ihre Zellen spindelförmig gestreckt sind und mit ihrem Längsdurchmesser sich parallel der Oberfläche stellen. Aus der letzten Schicht geht die Kapsel hervor.

Es ist mithin die Niere, wie sie hier vorliegt, sehr rasch entstanden, wenn man erwähnt, dass bei den Embryonen von 8 mm. Länge der Nierenkanal allein vorhanden war.

Aus der Vergleichung der bei den besprochenen beiden Entwicklungsstufen auftretendeu Formen des Harnsystems kann ich mir nicht eine bestimmte Vorstellung darüber bilden, wie sich der Hergang zwischen diesen beiden Stadien vollzogen haben mag.

Es scheint mir zweierlei denkbar zu sein: einmal wäre es möglich, dass sich die Niere aus dem hinter dem aufsteigenden Nierenkanal gelegenen Zellenlager abgrenze und darnach erst der Kanal an seinem obern blinden Ende sich nach hinten zu wenden beginne und in den in der Abgrenzung begriffenen Körper hineinwachse. — Andererseits wäre es aber nicht minder zulässig, anzunehmen, dass sich um das blinde Ende des Kanals die Niere gleich vom Beginn als „Hof" ansetze und dann die Wendung des so knopfförmig verdickten obern Theiles nach hinten erfolge.

Mit Sicherheit zu entscheiden wäre die Frage, wenn die Untersuchung den Moment erfasste, wo die erwähnte Wendung des Kanals sich eben einleitet. Das war mir bisher nicht vergönnt, indem ich die Mittelglieder zwischen den beschriebenen Altersstufen nicht zu erlangen vermochte. Im Allgemeinen wird man eher geneigt sein, einen zusammenhängenden Entwicklungsgang aus dem erst gegebenen Anfange, dem Blindsacke, vorauszusetzen, wobei der eigentliche Körper der Niere aus den der Epithelialwand des Blindsackes zunächst gelegenen Zellen durch Wucherung hervorginge. — Indessen wäre eine getrennte Entstehung verschiedener Theile eines Systems und nachherige Vereinigung doch auch nicht ohne Analogie.

Was mich bestimmte, bei einer ersten Veröffentlichung der vorliegenden Thatsachen mich für eine ursprünglich isolirte Entstehung der Niere auszusprechen, war der Umstand, dass das Organ bei der zweiten Altersstufe bereits in solcher Entwicklung vorlag, während ich vorher keine Andeutung wahrgenommen hatte. Ich dachte dabei an das Auftreten der Spinalganglien, die jedenfalls getrennt vom Rückenmarke entstehen und dabei sofort als grössere Zellengruppe sich innerhalb der Wirbelplatten abgrenzen. Ferner muss ich hervorheben, dass ich an dem Nierenkanal in seiner frühesten Erscheinung von einer „Faserschicht", als äusserer Lage seiner Wand, wie Remak es vom Hühnchen schildert, die sich durch irgend welche Grenze von der umgebenden Zellenmasse sonderte und den Mutterboden für die Entwicklung der Niere selbst abgäbe, nichts wahrnehme. Vielmehr wächst das Epithelialrohr, für sich allerdings scharf abgegrenzt, in die gleichmässig compakte Umgebung hinein, ohne eine besondere Bekleidung mitzunehmen.

Eine solche fand ich indessen doch an dem blinden Ende des Kanals bei einem Embryo, der ein Geringes mehr als 8 mm. maass, von dem mir aber nur zwei Schnitte gelungen sind. Dort hatte das Carmin einen Hof von Zellen, der das blinde Ende gleichmässig umgab, stärker gefärbt. Sie zeichneten sich so von der Nachbarschaft deutlich ab. Ich muss darnach die Möglichkeit zugeben, dass die Grundlage der Niere, wie dieselbe bei dem Embryo von 10 mm. Länge vorliegt, nicht hinter dem Kanal und von ihm gesondert sich abgrenzt, um nachträglich die Verbindung mit demselben einzugehen, sondern von Anbeginn rings um das blinde Ende sich gruppirt und im Verein mit demselben die Wendung nach hinten vornimmt. — Die definitive Entscheidung dieses Punktes bliebe somit suspendirt.

Schaafembryo von 13 mm. Länge.

An dieser Altersstufe sind, verglichen mit der vorigen, nur in der Lagerung des Ureter zum Wolff'schen Gange und in der Form des Nierenbeckens Veränderungen zu verzeichnen. — Die Einmündungsstelle des Ureter findet sich nämlich an der äusseren Seite des Wolff'schen Ganges und das in der Ebene des Querschnitts gelegene Stück des Ureter's schlägt einen nach aussen convexen Bogen von der Einmündungsstelle an, bis in die Nähe der Wurzel des Mesenteriums. — Der Abstand der Vereinigungsstelle beider Kanäle von dem sinus urogen. hat an Länge nicht zugenommen. — Im Centrum der Niere hat das vorher flaschenförmig erweiterte blinde Ende des Beckens sich gablig getheilt und die beiden Arme divergiren unter stumpfem Winkel nach aussen und innen. Dabei ist die Niere gewachsen, — vornämlich, indem die mittlere der drei Lagen, die bei der vorigen Altersstufe innerhalb derselben unterschieden wurden, an Mächtigkeit zugenommen hat. Die innerste Lage tritt besonders an den blinden Enden der eben erwähnten Arme des Beckens hervor.

Schaafembryo von 15 mm. Länge.

Die primären Arme des Beckens haben sich abermals getheilt, so dass der Hohlraum desselben jetzt in vier geschlossene Enden ausläuft, um welche sich wieder die dunkler gefärbten Zellen concentrirt haben, die darnach bei der Einleitung weiterer Ramifikation zunächst betheiligt erscheinen.

Die Kapsel erscheint deutlich feinfasrig. Aber auch die mittlere Lage zeigt hier Spuren bestimmter histologischer Gestaltung. Man sieht ihre Zellen sich in gewundene Streifen ordnen, die bisher noch nicht deutlich von einander abgegrenzt sind, indessen doch bereits der Schicht einen eigenen Charakter aufprägen. Hiermit deutet sich die beginnende Entstehung der Harnkanälchen an. Zunächst treten weder begrenzende Membranen noch Lumina auf. Erstere werden bei Embryonen von 17 mm. Länge bemerkt, letztere noch später. Was hier vorliegt, sind solide Zellenbalken von gekrümmtem Verlauf. Kein Umstand deutet darauf hin, dass diese Gestaltung von der Wandschicht des Hohlraumes ihren Anfang genommen, dass etwa von Epithelialzapfen, die in die mittlere Lage hineinwüchsen, die Ordnung der Elemente begonnen habe. Im Gegentheil, das Epithelium ist nach wie vor scharf abgesetzt, die stärker gefärbte, um die

blinden Enden des Hohlraumes concentrisch gelagerte Zellenschicht nicht minder bestimmt gegen die Lage abgegrenzt, in der die Bildung der Kanälchen sich ankündigt. — Erscheinen diese also in ihren Anfängen weder als hohle Auswüchse des Nierenbeckens, noch als solide Epithelialzapfen, so bleibt als Drittes nur übrig, eine isolirte Entstehung derselben anzunehmen, die durch direktes Zusammentreten der Zellen in der mittlern Lage sich einleitet.

Um sich davon zu überzeugen, dass die erst auftretenden Harnkanälchen unabhängig von dem centralen Hohlraum, dem Nierenbecken und seinen Aesten, ihre Entstehung nahmen, ist es unerlässlich, auf die eben beschriebene Entwicklungsphase zurückzugehen, denn bereits Embryonen von 17 mm. Länge zeigen auf Durchschnitten der Niere soweit vorgeschrittene Ramifikation des Nierenbeckens und solche Ausdehnung der einzelnen Aeste, dass dieselben nach verschiedenen Richtungen bis zur Peripherie der Niere vordringen, während aller Raum zwischen denselben von Windungen der Harnkanälchen eingenommen ist; beide Systeme lassen sich darnach in ihren Grenzen am einzelnen Schnitte nicht mehr übersehen und das Urtheil über An- oder Abwesenheit von Communikationen wird erschwert.

So bestimmt ich mich auch für eine isolirte Entstehung der zuerst auftretenden Harnkanälchen erklären muss, darf ich andererseits die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass ein etwa vorhandenes zweites System von Kanälchen einen Ursprung nehme, der von der für das erstere geltenden Weise abweiche.

Meine Untersuchungen sind für spätere Stadien noch nicht so weit geführt, dass ich über die Ausbildung des gesammten Gewebes der Niere hier Bestimmtes aufzustellen vermöchte. Es möge daher mit dem Angeführten die Beantwortung der Frage nach dem ersten Auftreten der Niere geschlossen werden.

Neben der eben berührten Frage war oben noch die zweite aufgeworfen worden, wie im Verlauf der Entwicklung die Trennung des Ureters von dem Wolff'schen Gange vor sich gehe.

Da nun die bisher betrachteten Entwicklungsstufen das ursprüngliche Verhältniss des Zusammenmündens beider Kanäle noch enthalten, ist es für diese Frage erforderlich, auf ältere Stadien überzugehen.

Betrachten wir die Querschnitte aus den Embryonen verschiedenen Alters, die die Einmündung des Ureters in den Wolff'schen

Gang enthalten, so liegt stets ein Stück des Ureters in der Ebene dieses Querschnittes. Mit vorschreitender Entwicklung ändert dieses Stück, wie ein Blick auf die Figuren 1, 3, 5, 6 lehrt, allmählig seine Lage zum Wolff'schen Gange, indem die Einmündungsstelle versetzt wird. Während bei dem Embryo von 8 mm. Länge, cf. Fig. 1, der Ureter genau in die hintere (dem Rücken zugekehrte) Wand des Wolff'schen Ganges mündet, ist bei dem Embryo von 10 mm. Länge, Fig. 3, diese Stelle bereits etwas nach aussen gerückt. — Bei dem Embryo von 13 Mm. Länge liegt die Stelle des Zusammenflusses in der äusseren Wand und — von dort aus verfolgt — schlägt der Ureter einen nach aussen convexen Bogen, um in die Gegend der Wurzel des Mesenteriums zu gelangen, wo er sich in die longitudinale Richtung aufwärts biegt. — Noch weiter ist diese Dislokation bei dem Embryo von 17 mm. Länge vorgerückt, Fig. 5; die Stelle des Zusammenflusses liegt vorn.

Es ist mithin eine Lageveränderung, wie sie eintreten müsste, wenn man den Wolff'schen Gang um 180° gedreht hätte, so dass seine hintere Wand erst zur äussern, dann zur vordern wird, — Durch diese Umlagerung wird der ureter dem sinus urogenitalis genähert, so dass derselbe zwischen den Wolff'schen Gang und die hintere Wand des sinus, in die er sich einsenken soll, zu liegen kommt. Es schliesst sich nunmehr die Communikation zwischen den beiden Gränzen, während sich gleichzeitig die Verbindung zwischen Ureter und dem sinus (von jetzt an oberhalb der Einmündung der Wolff'schen Gänge zu bezeichnen) eröffnet.

Die Fig. 6 ist einer Entwicklungsstufe entnommen, bei der die letzte Aenderung bereits vollzogen ist, einem Embryo von 30 mm. Länge. Man sieht, der Querschnitt trifft dieselbe Region, die auch in den Figuren 1, 3 und 5 dargestellt ist, denn der entsprechende Theil der Ureteren fällt auch hier in die Ebene des Schnitts.

Die Einmündung der Ureteren erfolgt hingegen nicht in dieser Ebene, sondern tiefer (dem Schwanzende näher). Die letzten Enden steigen also abwärts und liegen bei ihrer Einmündung hart neben der Mittellinie. — Diese, in der Fig. 6 fehlenden Stücke werden mithin zwischen den Entwicklungsstufen von 17 und 30 mm. Länge neu hinzugebildet, denn die in beiden Figuren sichtbaren Strecken der Ureteren entsprechen sich vollkommen in ihrer Ausdehnung. Die Entwicklung dieser letzten Enden beginnt bei Embryonen von

circa 20 mm. Länge und erfolgt gleichzeitig in der ganzen Länge derselben.

Im Anschlusse hieran weise ich auf das correspondirende Verhalten der Wolff'schen Gänge hin, wie es sich an demselben Querschnitte aus den vier Altersstufen, der zu den Abbildungen benutzt ist, verfolgen lässt:

Bei dem Embryo von 8 mm. sind in der Höhe des Zusammenflusses weder die Wände des Ureters noch des Wolff'schen Ganges von der Umgebung isolirt. Bei dem Embryo von 10 mm. (Fig. 3) steckt das Lumen des Wolff'schen Ganges innerhalb eines fast dreikantigen Stranges, der mit der Basis der hintern Wand der Peritonealhöhle aufsitzend, neben dem Darm frei in die Höhle nach vorn hineinragt.

Dieses Verhältniss hat sich bei dem Embryo von 18 mm. Länge (Fig. 5) vollständig gewandt. Zwar der Strang hat noch dieselbe Form, allein er sitzt jetzt der vordern Wand an und ragt nach hinten in die Peritonealhöhle hinein. Beide Stränge bilden also eine Scheide, die den Darm fast seinem ganzen freien Umfange nach vorn und seitlich umfasst.

Man sieht daraus, es hat eine solche Drehung um 180°, wie sie aus der Lageveränderung des Ureters geschlossen werden konnte, thatsächlich an dem untern Theile des Wolff'schen Ganges stattgefunden.

Die fernerweiten Veränderungen bis zu der in Fig. 6 dargestellten Entwicklungsstufe sind die folgenden: die beiden Stränge nähern sich der vordern Mittellinie und verengen dadurch die Rinne, in der der Darm steckt; gleichzeitig wird die Peritonealhöhle weiter, der Darm tritt zurück und verlässt die Rinne ganz. Nun treten die Stränge median in Berührung und verwachsen eine Strecke weit mit einander zu dem von Thiersch[1]) so genannten Genitalstrange. In diesem entstehen dann erst die Müller'schen Gänge, die Fig. 6 im Durchschnitte zeigt.

Das bleibende Harnsystem geht also bei Säugethieren als Ausstülpung aus dem Urnierengange hervor. Die Uebereinstimmung, die damit bei Säugethieren und Amphibien dargethan ist, fordert zu

1) Illustrirte medic Zeitschr. 1852, S. 12.

einer Prüfung der Angaben Remak's über denselben Vorgang beim Hühnchen auf und ich will mich bis dahin allgemeiner Folgerungen enthalten. Meine nächste Arbeit wird jener Prüfung gewidmet sein.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XV.

Fig. 1. Schaafembryo von 8 mm. Länge. Querschnitt.
e. Epithelium des Darms (Hinterdarms).
f. Faserschicht des Darms.
p. Peritonealhöhle.
s. s. sinus urogenitalis.
w. Lumen des Wolff'schen Ganges, in den sinus einmündend.
u. Ureter (Nierenkanal im Texte).
r. Rest des Epitheliums der verwachsenen fissura urogenitalis.

Fig. 2. Schaafembryo von 8 mm. Länge. Querschnitt, etwas höher. Bezeichnung der Buchstaben wie bei Fig. 1. Wolff'scher Gang und Ureter sind beide quer durchschnitten.

Fig. 3. Schaafembryo von 10 mm. Länge. Querschnitt aus derselben Höhe wie in Fig. 1.
e, f, p, s, w, u wie in Fig. 1.
a. arteria umbilicalis.

Fig. 4. Schaafembryo von 10 mm. Länge. Querschnitt, der das Centrum der Nieren trifft.
a, e, f, p, w wie oben.
n. n. Nieren.
u. erweitertes blindes Ende des Nierenkanals, Nierenbecken.
m. Mesenterialgefässe.

Fig. 5. Schaafembryo von 17 mm. Länge. Querschnitt aus derselben Höhe, wie in Fig. 1 und 3.
Bezeichnung wie bei Fig. 3.

Fig. 6. Schaafembryo von 30 mm. Länge. Querschnitt aus derselben Höhe, wie in Figg. 1, 3 und 5.
e, f, m, p, s, u, w wie oben.
g. stratum musculare des Darms.
M. Müller'sche Gänge.

Ueber Phreoryctes Menkeanus *Hofm.*
nebst
Bemerkungen über den Bau anderer Anneliden.

Von
Fr. Leydig in Tübingen.

Hierzu Taf. XVI—XVIII.

Die folgenden Blätter enthalten die Naturgeschichte eines im Freien lebenden Wurmes, der, obschon unsrer Fauna angehörig, dabei von nicht geringer Länge, und wahrscheinlich auch nicht allzu selten ist, denn doch bisher niemals näher untersucht wurde. Es ist die Annelidengattung und Art Phreoryctes Menkeanus *Hofm.*

Der Entdecker dieses Ringelwurmes ist der verstorbene Hofrath Menke in Pyrmont, der ihn daselbst in einem Brunnen auffand. Wir erfahren Solches durch den um die Kenntniss der Lumbricinen verdienten Hofmeister, welcher das Thier in die Wissenschaft einführte, zuerst unter dem Namen Haplotaxis Menkeana [1]) später unter der Bezeichnung Phreoryctes Menkeanus. Hofmeister bemerkt ausdrücklich, dass dieser Wurm noch von Niemand ausser Herrn Menke lebend beobachtet worden sei und auch an keinem zweiten Standort aufgefunden werden konnte. Vielfache Nachsuchungen in den Quellen des Harzes und in der Umgegend von Berlin bestätigten, dass das Vorkommen des Thieres äusserst beschränkt sein müsse. Selbst an Ort und Stelle bei Pyrmont soll

1) Arch. f. Naturgesch. 1843. Der Name Haplotaxis wurde wieder aufgegeben, weil er bereits in der Botanik verbraucht war. Die Benennung Phreoryctes (von φρέαρ puteus und ὀρύσσω fodere) kommt zuerst in der Monographie „Familie der Regenwürmer, 1845“ vor.

man nur mit grosser Mühe sich Exemplare verschaffen können, auch sei es nur ein einziger Brunnen, in welchem das Thier lebe.

Ich selbst habe die Bekanntschaft unsres Anneliden schon vor sehr geraumer Zeit gemacht. Um die Mitte der vierziger Jahre (1843 oder 1844) schickte mir, als ich dazumal in Würzburg studirte, ein befreundeter Arzt mehrere dieser Würmer lebend. Die auffallend langen, schnurdünnen Thiere mit so schön roth durchschimmernden Blutgefässen hatten sich in dem Schöpfbrunnen eines Dorfes bei Rothenburg a. d. Tauber in grösserer Menge eingestellt und die Aufmerksamkeit der Leute erregt. Die mir zugesendeten Würmer hielt ich so lange für völlig neu, bis mir das Werk Hofmeister's (Arten der Regenwürmer 1845) in die Hände fiel, aus welchem mir dann die Belehrung wurde, dass der Wurm als Phreoryctes (Haplotaxis) Menkeana vor Kurzem angezeigt worden sei. Noch einigemal hatte ich das Thier während meines Würzburger Aufenthalts aus der obigen Localität erhalten, aber mein Vorsatz, dasselbe monographisch zu behandeln, wurde immer wieder durch zufällige Umstände in den Hintergrund gedrängt.

Nach Tübingen übergesiedelt wurde ich bald mit Vergnügen gewahr, dass dieser merkwürdige Wurm hier ebenfalls zu Hause sei und zwar wieder in einem Brunnen. Ich führte jetzt meine Absicht, das Thier einer näheren Prüfung zu unterziehen, aus, wozu ich mich um so mehr aufgefordert fühlen musste, als unterdessen sehr wenig Neues zur Kenntniss dieses Anneliden hinzugekommen ist. Das Einzige, was ich in Erfahrung bringe, ist, dass Schlotthauber im amtlichen Bericht der Göttinger Naturforscherversammlung, 1859, eine zweite Art des Genus Phreoryctes beschrieben hat und dabei den Namen in Georyctes umgeändert wissen will, da der Wurm eigentlich in der Erde lebe und nur gelegentlich in Brunnen gefunden werde. Leuckart[1]), dessen Jahresbericht ich dieses entnehme, bemerkt dann weiter hiezu gelegentlich, dass Phr. Menkeanus auch in Giessen „ziemlich häufig" mit dem Brunnenwasser zu Tage gefördert wird.

Da es nun endlich kaum möglich ist, über Bau und Lebensweise eines Thieres zu handeln, ohne dabei die Organisation der nächstverwandten Geschöpfe in's Auge zu fassen, um durch vergleichende Betrachtung das Verständniss zu fördern, so habe ich da

1) Archiv f. Naturgesch. 1860. Bd. II, S. 117.

und dort den Bau andrer Lumbricinen und der Hirudineen mit berücksichtigt.

Aeussere Gestalt.

Unser Wurm ist rein walzenförmig, etwa eine halbe Linie dick, aber über einen Fuss lang[1]). Will man die wirkliche Länge des Thieres bemessen, so muss man es in einem mit Pflanzen besetzten, aber sonst nicht weiter bevölkerten Aquarium beobachten. Hier streckt es sich gehörig aus, während es z. B. in einem mit Wasser gefüllten Teller niemals seine wahre Länge entwickelt, sondern hauptsächlich knäuelförmige Bewegungen macht.

Betrachten wir nun das lebende Thier mit freiem Auge oder der Lupe, so bietet sich uns zunächst die Tracht eines ächten Anneliden dar. Der Leib zerfällt in sehr viele Segmente oder Ringel. Das vorderste oder Kopfsegment spizt sich zum „Kopflappen" zu, in welchem die obere Portion des Nervenringes liegt. Unter dem Kopflappen befindet sich die Mundöffnung. Das Kopfende erscheint übrigens weniger spitz als das Hinterleibsende, ist auch kaum roth gefärbt, während der übrige Leib zahlreiche rothe Blutgefässe durchschimmern lässt. Man sieht das Rückengefäss entweder als ununterbrochene rothe Zickzacklinie oder unterbrochen und in Blutpunkte aufgelöst; — die verschiedenen Zustände der Dilatation und Contraction. Ausserdem machen sich in jedem Segmente zahlreiche hin und her gebogene Gefässschlingen sichtbar. Frisch gefangene Thiere waren am schönsten roth; im Aquarium verblassen sie nach einiger Zeit etwas, wahrscheinlich aus Mangel an passender Nahrung und dadurch verminderter Blutmenge. Legt man die Thiere ins Trockene, so krümmen sie sich heftig zu einem Knäuel zusammen und da jetzt alle Blutgefässe näher zusammengeschoben werden, so nimmt die Röthe des verkürzten Thieres zu. Ausser der rothen Farbe kommt noch wie bei manchen andern Lumbricinen ein lebhaftes Irisiren der Oberfläche hinzu.

Was die Stachelborsten anbetrifft, welche man bei greller Beleuchtung des Thieres schon mit freiem Auge, da wo sie etwas

---

1) Taf. XVI, Fig. 1.

hervorgeschoben sind, zu erblicken vermag, so stehen sie zu vier Reihen am Körper herab [1]). Jedes Segment besitzt ein ventrales Paar und eins, welches stark seitwärts und oben, man könnte fast sagen dorsal sitzt [2]). Sie beginnen hinter dem Kopfsegment und erstrecken sich bis zum vorletzten Schwanzringel; der letzte Ring sammt seinem zugespitzten Endläppchen entbehrt der Hakenborsten.

Regel ist, dass die Hakenborsten zu je 1 stehen; vergleicht man aber verschiedene Körperstücke eines und desselben Individuums miteinander, so bemerkt man bald, dass sie zwar in der Mitte des Körpers an der ventralen Seite gewöhnlich zu 1 stehen, dass sie aber auch zu 2 stehen können; die überzählige scheint die Rolle einer Reserveborste zu haben. Dabei sind sie entweder gleichgross, oder die eine ist, und zwar oft, um vieles kleiner und unentwickelter. Die Borsten scheinen eben einem beständigen Wechsel unterworfen zu sein, daher die Abänderungen in Zahl und Form [3]). Indessen steht doch die Grösse und Stärke der Hakenborsten in einer gewissen Beziehung zu den verschiedenen Körpergegenden. Sie beginnen hinter dem Kopfe klein, werden dann länger und stärker; nach dem Schwanzende zu sinkt wieder ihre Grösse. Dabei zeigt sich ferner

---

1) Da Obiges mit dem von Grube in seinem Werke: Die Familien der Anneliden, Berlin 1851, ausgesprochenen Zahlenverhältniss in Widerspruch steht, so erlaube ich mir zu bemerken, dass dieser vorzügliche Kenner der Ringelwürmer seine Angabe selbst als einen „Fehler" gegen mich brieflich erklärt. Ich hatte mir die Freiheit genommen, Thiere in Weingeist und versuchsweise auch ein lebendes Exemplar nach Breslau zu schicken. Letzteres konnte im noch lebenden Zustande der gerade versammelten Schlesischen Gesellschaft in einer Sitzung vorgelegt werden.

2) Man rechnet auch die Gattung Chaetogaster zu denen, bei welchen die Bündel der Borsten längs den Bauchseiten einzeilig stehen. Diess ist, wie ich sehe, doch eigentlich nur scheinbar und durch die gewöhnliche Untersuchungsweise mit dem Deckglas hervorgerufen. Man vermeide das Deckglas, setze etwas Essigsäure zu und es zeigt sich, dass die Borstenbündel in der That jederseits in zwei Bündeln stehen, die allerdings sich so nahe gerückt sind, dass der Druck eines Deckglases sie zum Zusammenfliessen bringen, mithin einzeilig machen kann.

3) Aehnliches kommt bei andern Lumbricinen vor. Bei Lumbriculus variegatus erblicke ich überzählige kleine oder Reserveborsten; an Enchytraeus bei Durchmusterung einer grössern Anzahl von Thieren ist gar nicht selten zu sehen, dass unter den vier Büscheln für den einzelnen Ring noch da und dort ein überzähliger Büschel oder auch wohl nur eine einzige Borste, welche ein Büschel vertritt, zugegen sein kann.

als etwas gesetzmässiges, dass die ventralen von Anfang an stärker und länger als die dorsalen sind.

Die eigentliche oder Grundgestalt der Stachelborsten ist die sanft Sförmig gekrümmter Gebilde. Etwa in ihrer Mitte zeigen sie eine wulstartige Verdickung. Das freie Ende des einen Stachels ist ziemlich stumpf und gerade, das eines andern kann sich scharf zuspitzen und fast sichelförmig krümmen. Auch erscheint nicht selten diese Spitze des sonst gelblichen Stachels tief hornbraun gefärbt. (Ueber Sculptur, Entstehung, Muskeln etc. folgen die Mittheilungen unten.)

Bei dem Wechsel der Stachelborsten müssen manche nach innen in die Leibeshöhle gerathen; denn nur so erklärt sich eine Erscheinung, die man längst auch am gemeinen Regenwurm beobachtet hat. Ich sehe nämlich in gleicher Weise bei Phreoryctes im hintersten Leibesende mancherlei Detritus, in welchem sich auch abgestorbene Stachelborsten zu Klumpen zusammengeballt haben können [1]).

Lebensweise.

Nach der Angabe Schlotthauber's soll Phreoryctes in der Erde leben und nur zufällig in die Brunnen gerathen. Bis jetzt habe ich keine Erfahrung gemacht, die hierzu als Bestätigung dienen könnte. Jedenfalls müsste die Erde, in der das Thier zu leben hätte, sehr feuchter Schlamm sein, denn es ist der Feuchtigkeit ausserordentlich bedürftig. Aus dem Wasser herausgenommen und ins Trockene gelegt, geht es rasch zu Grunde. Einstweilen bleibe ich bei der Ansicht, dass der eigentliche Aufenthalt des Phreoryctes das Wasser und vorzugsweise jenes der Brunnen sei.

Alle Exemplare, welche ich früher in Würzburg und auch später in Tübingen erhielt, waren mit dem Wasser aus der Tiefe herausgekommen; um so erfreulicher war es mir, auf einer zoologischen Excursion, welche ich im vorigen Herbst (21. Sept.) bei Rothenburg a. d. Tauber machte, den Wurm an einer Stelle zu finden, wohin er schwerlich durch Zufall gerathen war. Ich stiess nämlich mitten auf dem Feld auf eine mit einem Stein überdeckte Quelle mit einem Abzugsgraben. In diesem erbeutete ich zwischen dem Gewirr von Wasserpflanzen ein lebendes und zwar sehr grosses

1) Vergl. über Lage und Form der Stachelborsten, Taf. XVI, Fig. 2, 3 und 4.

Exemplar. Welcher Grund soll uns bewegen anzunehmen, dass dieser Annelid nicht eigentlich hier seine Wohnstätte gehabt habe?

Während der Winterzeit habe ich in dem Wasser der Brunnen hiesiger Stadt nichts von unsern Würmern bemerkt, erst beim Eintritt milderer Witterung erscheinen sie. Im vorigen Frühjahr (1864) zeigten sie sich am ersten wärmeren Maitag (+ 7° R.); vorher bei andauernd rauher Witterung waren keine zu verspüren. Von da an mit zunehmender Wärme erhielt ich sie in immer grösserer Menge; aber nach Mitte Juni wurden sie seltener und vom Juli an liess sich in dem Wasser des Brunnens keiner mehr blicken.

In einem Aquarium, dessen Schlammboden mit mehren grössern Steinen bedeckt ist, halten sie sich seit längrer Zeit gut. Meist hatten sie sich unter die Steine zurückgezogen und zwar gerne gesellschaftlich und ineinandergewirrt. Bei kühler Witterung sowie bei Regenwetter blieben sie unter ihren Steinen verborgen, hingegen an recht warmen Tagen (+ 20° R.) sowie bei Gewitterluft krochen sie regelmässig hervor und unruhig hin und her. Im letzten feuchtkalten Sommer waren sie oft wochenlang unsichtbar geblieben. Gegen Mitte Juli wurden die im Mai eingesetzten Thiere etwas matter und heller, wahrscheinlich aus Mangel der rechten Nahrung und vielleicht auch wegen ungenügender Beschaffenheit des Aufenthaltsortes. Als ich im Herbste von einer Ferienreise zurückgekehrt war, kam im Aquarium kein Phreoryctes mehr zum Vorschein. Ich hatte angenommen, da sich auch während des ganzen Winters keine Spur von ihnen weiter zeigte, sie seien alle abgestorben, aber am ersten wärmeren Märztage (3. März bei + 7°R) erschienen sie wieder.

Ihre N a h r u n g scheint aus Pflanzenwurzeln zu bestehen. Ich schliesse dies daraus, weil in dem mit Vallisneria besetzten Aquarium, in dem sonst ausser einigen Wasserschnecken kein Thier gehalten wird, nach und nach die einzelnen Pflanzenstücke vom Boden sich lösten und in die Höhe stiegen, wobei sich zeigte, dass sie alle wurzellos geworden waren [1].

Die B e w e g u n g e n des Thieres sind schlangenförmig, aber etwas steif und ungelenk, was Jedem auffallen muss, der die Bewegung andrer Anneliden des Binnen-Landes kennt. Die Ursache hievon scheint in der dicken Cuticula einerseits und in der dünnen Schicht Ringmuskeln andrerseits zu liegen.

---

1) Noch im Augenblicke (Juli 1865) sind sie am Leben, mithin über Jahr und Tag im Wasser.

Ueber die Fortpflanzung etwas zu beobachten, ist mir bis jetzt nicht gelungen. — Ich gehe jezt über zur Betrachtung des gröbern und feinern Baues.

Aeussere Bedeckungen.

a. Von Phreoryctes.

Dieser Körpertheil setzt sich zusammen aus der Cuticula und ihrer Matrix, aus Drüsen und den Borsten.

1. Cuticula. Sie bildet die äusserste Begrenzung des Thieres und ist verhältnissmässig sehr dick [1]), wenigstens dicker als bei andern mir bekannten Lumbricinen. Auf Querschnitten durch das ganze Thier erscheint sie als heller Saum mit deutlichen Schichtungslinien. Von Würmern, welche z. B. in einer doppelt chromsauren Kalilösung gelegen hatten, kann man sie leicht in grössern Lappen abziehen, die jetzt noch folgende nähere Beschaffenheit erkennen lassen.

Die Oberfläche ist nicht glatt, sondern zeigt zwei feine sich kreuzende Furchenlinien. Dazwischen machen sich abstandsweise kleine Oeffnungen bemerklich. Ausserdem unterscheidet man noch auf der freien Fläche, ebenfalls zerstreut, lichtere, rundliche Flecken, über welche die gekreuzten Linien nicht weggehen [2]).

An Faltungsstellen der Cuticula, also im optischen Durchschnitt, kommen nicht blos wieder die Schichtungslinien zur Ansicht, sondern auch von den vorhin erwähnten Oeffnungen ziehen sich feine Kanäle hinab zur Matrix; endlich sieht man sehr weite Löcher oder Einsackungen der Cuticula nach innen: es sind in bestimmter Zahl und Vertheilung die Stellen, wo die Borsten heraustreten [3]). Von den feinern Kanälen habe ich noch insbesondere zu erwähnen, dass dieselben nicht Porenkanäle in gewöhnlichem Sinne sind, sondern die Durchgangsstellen für die Ausführungsgänge der Hautdrüsen; man könnte auch sagen: sie sind die Ausführungsgänge selber.

Eine Cuticularbildung sind auch die Stachelborsten. Da schon oben über Form, Farbe, Lage und Vertheilung das Nöthige bemerkt wurde, so sei hier nur noch des feineren Baues und der Entstehung gedacht.

---

1) Taf. XVII, Fig. 15, a.
2) Taf. XVII, Fig. 10, A.
3) Dieselbe Figur B.

Die Oberfläche der Stacheln zeigt, so weit dieselben hervorgeschoben werden, bei guter Vergrösserung eine schuppige Sculptur [1]), wie sie in ähnlicher Weise am Hautpanzer der verschiedensten Gliederthiere anzutreffen ist. Ferner lassen sich da und dort innerhalb der Borsten Züge von Längsstreifen unterscheiden; dieselben sind unterbrochen und machen bei genauerem Zusehen den Eindruck von Längsspältchen. An der Basis jüngerer Stacheln treten gerne irisirende Farben auf.

Was die Entwicklung [2]) der Stacheln betrifft, so ist soviel gewiss, dass sie in sack- oder wenn man will, drüsenartigen Eintiefungen der Haut gebildet werden. Die jüngsten stellen sich dar als rundlich ovale, helle Körper, an dem einen Pol mit einer kuppenartigen Verdickung. Die nächst folgenden zeigen ein spitz ausgezogenes Ende des hellen Körpers und dieses abermals von einem jetzt schon deutlich stachelähnlichen Ueberzug umhüllt. Diese und die anschliessenden Bilder bis zum fertigen Stachel lassen sich als Chitingebilde deuten, welche durch Abscheidung und Schichtung von einer einzigen Zelle her ihren Ursprung nehmen. Es ist mir aber bis jetzt nicht geglückt einen Kern in dem primären hellen, als Zelle anzusprechenden Körper wahrzunehmen, wesshalb ich letztern eher als eine papilläre Erhebung der Matrix ansehe, welche durch Abscheidung den Stachel erzeugt. Jedenfalls wäre der Unterschied, ob der Stachel seine Entstehung dem Territorium einer einzigen Zelle verdankt, oder mehren Zellenbezirken, nicht sonderlich hoch anzuschlagen.

Die Entstehung der Stachelborsten in drüsenähnlichen Säcken der Haut als ein Abscheidungsproduct oder Cuticularbildung der das Säckchen auskleidenden Zellen giebt ein neues belehrendes Beispiel zu der von mir vorgetragenen Ansicht [3]), dass zwischen eigentlichen Drüsensecreten und den festen erstarrten Cuticularbildungen kein wirklicher Unterschied stattfindet. (Bei Lumbriculus variegatus und Stylaria proboscidea habe ich das Hervorbilden der Stachelborsten aus solchen drüsenähnlichen Säcken in gleicher Weise beobachtet.)

2. Matrix der Cuticula. Dieselbe bietet an sich nichts Besonderes dar, indem sie aus kleinen Zellen besteht, welche beim

1) Taf. XVII, Fig. 9; Fig. 15; Fig. 17.

2) Taf. XVII, Fig. 11 A.

3) Vom Bau des thierischen Körpers S. 44.

Abziehen der Cuticula vom frischen Thier in grosser Ausdehnung an dieser anhaften bleiben. Ihr Protoplasma ist fein granulär und ziemlich dunkel. An Thieren, welche mit Reagentien behandelt wurden, lässt sich bezüglich der Lagerung im Näheren sehen, dass die Zellen in gewissen schmalen ring- oder gürtelförmigen Linien inniger aneinander haften, wohl im Einklang mit den zahlreichen durch Muskelthätigkeit entstehenden Ringen der Körpersegmente.

Bemerkenswerth ist übrigens noch, dass sich die Zellen an Thieren, welche in einer doppelt chromsauren Kalilösung lagen, nach unten in sich ausfasernde Fortsätze verlieren. Zellen, welche zufällig ihr unteres Ende nach oben kehrten, liessen vier solcher Fortsätze unterscheiden, welche wie von vier Ecken ihren Ursprung nahmen. An der Oberlippe sind diese Zellen um vieles verlängert; sie bilden dort, wenn man die herkömmliche Bezeichnung hiefür anwendet, ein Cylinderepithel [1]).

Wie als Modificationen der Cuticula die Stacheln namhaft zu machen waren, so sind jetzt als eine Abänderung der Elemente der Matrix gewisse Hautdrüsen anzuführen.

Man unterscheidet dieselben besonders leicht am Kopfende als markirte Körperchen; sie haben gerne ein compactes Aussehen und brechen das Licht stärker als die gewöhnlichen Zellen der Matrix. Am vordern Körperende stehen sie in grösster Menge und ohne besonders bemerkbare Gruppirung über das ganze Körpersegment weg; an den übrigen Körpersegmenten bilden sie entweder ein oder zwei Ringzonen [2]). An den Segmenten gegen die Mitte des Körpers zu unterscheide ich jedenfalls zwei Drüsengürtel. Obschon es dem ersten Blick nach den Anschein hat, als ob an solchen Drüsengürteln Drüse unmittelbar an Drüse sich reihte, so wird man doch bei genauerem Zusehen inne, dass zwischen den einzelnen Drüsen noch die gewöhnlichen Zellen der Matrix sich hinziehen.

Jede dieser Drüsen ist ein Säckchen, dessen Ausführungsgang einer der oben erwähnten Kanäle der Cuticula ist [3]). Sehr schön lässt sich diess an Thieren sehen, welche frisch in Alcohol geworfen, dann mit Essigsäure, schliesslich mit Glycerin behandelt wurden. Durch

1) Taf. XVII. Fig. 9, a.; Fg. 15, b (Matrix im Ganzen); Fig. 10, C (Elemente isolirt).

2) Taf. XVII, Fig. 9, b.

3) Taf. XVII, Fig. 10, D.

Erweichung und Quellung der Cuticula sind jetzt die Kanäle nicht blos sehr klar geworden, sondern auch ihr Zusammenhang mit den Drüsensäckchen tritt scharf hervor.

Der Inhalt der Drüsen ist in frischem Zustande eine homogene, etwas glänzende Substanz und der Inhalt ist es, welcher das vorhin schon erwähnte gezacktrandige Aussehen bedingt. Nach Behandlung mit Reagentien zeigt das Säckchen anscheinend eine sehr dicke Wand, indem man deutlich zwei Linien, eine äussere und eine innere unterscheidet[1]).

Noch meine ich etwas an den Drüsen bemerkt zu haben, was im Verein mit dem von mir an den gleichen Organen beim Regenwurm Beobachteten weiter verfolgt zu werden verdient. An Schnitt- und Zerzupfungspräparaten ist es mir nämlich mehrmals vorgekommen, wie wenn feine Züge einer blassen Substanz — vermuthungsweise Nerven — an die Säckchen herangingen[2]). Selbst am frischen Thier nach methodischem Druck wollte es mir scheinen, als ob an die Säckchen feine Nervenfäden sich ansetzten. Doch ist eben in frischem Zustande die nervöse Substanz so zart, dass bei der Schwierigkeit des Gegenstandes überhaupt eine ganz sichere Beobachtung bis jetzt unmöglich war.

b. Von andern Lumbricinen.

An das im Voranstehenden über die Haut von Phreoryctes Mitgetheilte schliesse ich jetzt Beobachtungen über das gleiche Organ anderer Lumbricinen an, um dadurch vielleicht einige Vergleichungspunkte zu gewinnen.

1. Lumbricus. Zu meinen Bemerkungen[3]) über die Cuticula habe ich nachzutragen, dass sich auch hier über die Oberfläche des Oberhäutchens weg ein sich kreuzendes Streifensystem erstreckt, das auf Furchungslinien zu beziehen ist. In den Kreuzungsstellen öffnen sich wieder die Kanäle der Hautdrüsen. An der Oberlippe zeigt die Cuticula insofern eine gewisse Besonderheit als (bei L. agricola, *Hofm.*) am umgeschlagenen Rand eine Art Differenzirung in hellere und dunklere Abtheilungen erkennbar ist.

Die Zellen der Matrix sind abermals an der Oberlippe um vieles

1) Taf. XVII, Fig. 12, A, c.

2) Dieselbe Figur bei d.

3) Zeitschrift f. wissensch. Zool. 1849. S. 103.

länger als am übrigen Körper; dabei schmal, cylindrisch und ihr unteres Ende geht in feine Fäserchen aus[1]). Hält eine Gruppe solcher Zellen noch in natürlicher Lage zusammen, so zeigt sich dadurch nach unten ein dichtes feinzaseriges Wurzelwerk, und was mir noch besonders bei Behandlung mit Kali bichromicum auffällt, in den Zwischenräumen des letztern sind ausserdem sehr kleine, strahlige Körper oder Krümeln vorhanden.

Hautdrüsen erstrecken sich wieder über den ganzen Körper und scheinen wie bei Phreoryctes an gewissen Stellen gehäuft zu stehen. Ihre Gestalt ist nicht überall die völlig gleiche. Am Schwanzende z. B. sind es rein kugelige Beutelchen und die Ausführungsgänge sind die erwähnten Kanäle in der Cuticula. An der Ober- und Unterlippe aber haben sie wohl in Anpassung an die verlängerten Zellen ihrer Umgebung, eine längliche Gestalt angenommen, wobei der Kern ganz hinten liegt.

An diesen Drüsen des Kopfes habe ich aber, wie schon vorhin angedeutet wurde, noch eine Beobachtung gemacht, die mir von Interesse ist. Zerzupfungspräparate aus Thieren, welche in verdünnter Lösung von doppeltchromsaurem Kali lagen, zeigen deutlich, dass sich die Drüsen in einen dünnen körnigen Strang fortsetzen[2]), oder wenn man will, dass sich ein fein granulärer Strang an das Ende des Drüsensäckchens anheftet und dieser Strang hat den Habitus eines nervösen Streifens.

In der frischen Haut des Kopflappens[3]) heben sich die Drüsen als helle scharf gerandete, das Licht stark brechende Körper ab[4]).

1) Taf. XVII, Fig. 12, B, a, c.

2) Die letzt citirte Figur: b, d.

3) Taf. XVII, Fig. 13, b.

4) Verschieden hievon sind an derselben Stelle (vergl. Taf. XVII, Fig. 13, c) und unter gleichen Umständen blasse rundliche Flecken wahrzunehmen, welche um das fünf- und sechsfache grösser als die obigen einzelligen glänzenden Körper und oftmals durch Pigmente abgegrenzt erscheinen. Ich vermuthe, dass diess die Aequivalente der von mir bei den Egeln entdeckten Organe sind. (Meine Tafeln zur vergleichenden Anat. Taf. II, Fig. 5, e; Taf. III, Fig. 1; Taf. V.) Die weitere Untersuchung ist mit den äussersten Schwierigkeiten verbunden; alles was ich noch sah, war eine gewisse Zusammensetzung der hellen Flecken aus grössern blassen Zellen. Es spricht nicht gegen die Deutung, welche ich fraglichen Flecken geben möchte, dass sie nicht blos am Kopf, sondern auch selbst am Schwanzende vorkommen. Denn auch bei Egeln sind ja die genannten becherförmigen Organe nicht auf das Kopfende beschränkt.

2. Lumbriculus (L. variegatus, *Müll.*). Cuticula mit feiner rautiger Zeichnung. Zellen der Matrix am Kopf länger als am übrigen Körper. Auf der Cuticula feine (Tast-)Borsten am ganzen Körper, am Kopf meist truppweise stehend. Siehe meine Tafeln z. vergleichend. Anatomie. Taf. IV. Fig. 6.

3. Enchytraeus. Cuticula an der Oberlippe mit besonderer Höckerbildung, was ich an einem andern Orte (Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. IV, Fig. 4, a) bereits dargestellt habe. Zellen der Matrix auch hier an der Oberlippe länger als am übrigen Körper. Ueber die Hautdrüsen siehe meine Angaben im Arch. f. Anat. u. Physiol. 1862, S. 94 u. Tafeln z. vergl. Anat. Taf. IV, Fig. 2 u. 4.

4. Saenuris (S. variegata. *Hofm.*). Cuticula mit kurzen, feinen (Tast-)Borsten. Zwischen den Matrixzellen am Kopf, dann auch zerstreut am übrigen Körper die Hautdrüsen in Form glänzender scharf markirter Gebilde.

5. Nais (N. elinguis *Müll.*, N. [Stylaria] proboscidea *Müll.*). Cuticula mit den Tastborsten. Am Kopfe die glänzenden birnförmigen Körperchen, welche ich auf Hautdrüsen beziehe.

6. Chaetogaster. Auch hier fehlen weder die Drüsen noch die Tastborsten. Letztere sind abermals wieder vornemlich am Kopfende, dann auch am Schwanzende, wenn schon an diesem Orte etwas weniger lang, entwickelt; über den ganzen übrigen Körper kommen sie zerstreut vor.

Aus Voranstehendem erhellt, dass bei unsern einheimischen Lumbricinen und Naiden in der Haut eigenthümliche Körper von kolbiger oder zackiger Gestalt vorkommen, welche zwischen den gewöhnlichen Zellen der Haut liegen und indem sie das Licht stark brechen, als scharf markirte glänzende Gebilde sich darstellen. In gehäufter Menge stehen sie am Kopf, während sie am übrigen Körper mehr vertheilt zu sein pflegen.

Die Organe, um welche es sich handelt, sind meines Wissens bisher wenig beachtet worden; es ist wahrscheinlich, dass die von d'Udekem bei einigen Naiden bemerkten „warzenartigen Hervorragungen der Haut“ fragliche Gebilde sind; gewiss ist, dass Buchholz[1]) sie bei Enchytraeus bemerkt und als „Tastkörperchen“ be-

1) Beiträge zur Anat. der Gattung Enchytraeus nebst Angabe der um Königsberg vorkommenden Formen derselben. Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg. Jhrg. III, 1862.

schrieben hat. Was von genanntem Beobachter über ihre Lage „unter der Cuticula" und „in der Epidermis" (so nennt er, was ich Matrix der Cuticula heisse), sowie über ihre Vertheilung berichtet wird, stimmt mit meinen Wahrnehmungen gut überein. Was ihm aber entgangen ist und doch ganz wesentlich erscheint, ist, dass die kolbigen und zackigen Körper nicht selbst Zellen sind, sondern nur ein ziemlich stark glänzender Zelleninhalt.

Was bedeuten diese Gebilde?

Nach dem, was ich über den feinern Bau bei Phreoryctes und Lumbricus auseinandergesetzt, sind sie morphologisch als einzellige Drüsen anzusprechen, wie ich sie denn auch in meinen Tafeln zur vergleichenden Anatomie so genannt habe. An beiden vorhin bezeichneten Würmern liess sich deutlich erkennen, dass sie Säckchen vorstellen mit einem Nucleus und dass ihr Ausführungsgang zu einem sogenannten Porenkanal der Cuticula wird. Buchholz ist geneigt sie in eine gewisse Beziehung zum Tastsinn zu stellen, wegen ihrer Verbreitung in der Haut und namentlich wegen ihres zahlreichen Vorkommens in der Oberlippe; wobei er auch nicht unterlässt, darauf hinzuweisen, dass vom vordern Theil des Kopfganglions zwei ziemlich beträchtliche Nervenstämme abgehen, welche sich in die Substanz der Oberlippe verbreiten. Ich selber hatte mitzutheilen, dass ich Streifen von wahrscheinlich nervöser Natur an diese „Hautdrüsen" übergehen sah! Alles zusammen gerechnet könnte uns zu dem Gedanken führen, dass man es mit Sinnesorganen zu thun habe, welche unter dem Bilde einer Drüse auftreten.

Muskelsystem.

1. Nach seiner Anordnung überhaupt.

Die Stammmusculatur zeigt in ihrer allgemeinen Gruppirung und in ihrer Beziehung zur Haut dasselbe, was man seit Langem von den Anneliden überhaupt weiss. Es bildet nämlich dies Organsystem einen Schlauch, der unmittelbar mit der äussern Körperbedeckung verbunden, eigentlich einen Hautmuskelschlauch vorstellt, durch dessen Zusammenziehungen die „Wurmbewegungen" ausgeführt werden. Auf dem optischen Längsdurchschnitt des frischen Thieres lässt sich überzeugend sehen, dass zwischen den Matrixzellen der Cuticula und den Ringmuskeln keine weitere Hautschicht zu-

gegen sei, sondern dass die Zellen den Muskelfasern unmittelbar anliegen.

Der Muskelschlauch besteht aus einer äussern oder Ringfaser- und einer innern oder Längsfaserschicht. Erstere oder die Ringfaserschicht [1]) ist um vieles dünner als die Lage der Längsfasern und es kann mitunter den Anschein haben, als ob sie fehle; allein ich habe sie nicht blos am vordern Körperende, bis über den ersten Ring hinaus, deutlich gesehen, sondern auch am Schwanzende, wo sie allerdings schon um vieles zarter geworden ist, endlich auch aus mittleren Körperpartien, so dass sie eben wohl nirgends mangelt. Die schon oben erwähnten etwas steifen Bewegungen des Thieres mögen auch zum Theil mit der geringen Ausbildung der Ringmuskeln zusammenhängen.

Zerschneidet man ein Thier, das in starkem Weingeist gelegen, in feine Scheiben und hellt diese durch Essigsäure auf, so lassen sich noch andere Sonderungen dieser Stammmusculatur beurtheilen.

Erstens zeigt sich, dass die Längsmuskeln [2]) an der Bauchseite viel dickere Lagen bilden als an der Rückenseite. Die Dicke der Musculatur nimmt vom Bauch zum Rücken stetig ab.

Zweitens gewahren wir, dass sich gesammte Stammmusculatur in eine Bauchschicht mit mittlerer dem Bauchmark entsprechender Einkerbung, ferner in zwei, ebenfalls halbirte Seitenschichten und endlich in eine ungetheilte Rückenschicht gliedert [3]). Es steht dieses in einer gewissen Uebereinstimmung mit der Anordnung des Muskelsystems bei den Arthropoden, zu denen ja bekanntlich die Ringelwürmer die nächste Verwandtschaft haben.

Besondere Abzweigungen von der Stammmusculatur sind:

1) Die Muskeln der Borsten. An das blinde Ende der Hauteinstülpung innerhalb welcher die Borste liegt, setzen sich in strahliger Gruppirung zahlreiche, von den Längsmuskeln sich ablösende Züge an, welche in Vorwärtszieher und Rückwärtszieher zerfallen [4]). Bei eingezogener Borste haben die letztern ein lockig gekrümmtes Aussehen. Davon verschieden ist ein längerer Muskelbündel, welches von aussen quer herüber zur Mündung der die Borste bergenden

---

1) Taf. XVII, Fig. 15, c.

2) Die letzt citirte Figur d.

3) Taf. XVI, Fig. 4, b.

4) Taf. XVII, Fig. 9, d.

Einsackung geht. Noch ist zu erwähnen, dass sich voranstehende Aufzählung vorzüglich auf die Borsten der Bauchseite bezieht; bei den der Rückenfläche genäherten Borsten ist die Musculatur sehr unbedeutend entwickelt.

2. Im Kopf, in der Oberlippe, hinter dem Gehirn, sowie namentlich um den Schlundkopf herum findet sich eine Musculatur, welche durch mannichfache Verflechtungen ein sehr complicirtes Aussehen hat. Als grössere einheitliche Muskeln erscheinen Züge, welche von der Stammmusculatur schräg nach vorne zum Schlundkopf gehen und Zurückzieher (M. retractores) vorstellen.

3. Die sogenannten Diaphragmen, welche zahlreich von der Leibeswand zum Darmrohr sich herüberziehen, sind ebenfalls muskulös und ihre Elemente gehen deutlich in jene der Muskelhaut des Darmkanales über.

2. Nach seinem feinern Bau.

Sieht man auf das histologische Verhalten [1]) der Muskeln, so ergiebt sich, dass nicht alle Fasern den gleichen Grad der Differenzirung an sich tragen, sondern dass hierin bemerkenswerthe Unterschiede vorhanden sind. Ich habe mir folgende Abänderungen angemerkt.

a) Die einfachste Muskelfaser ist eine nach zwei Seiten ausgewachsene Zelle, mässig lang und breit, dabei vollkommen platt und homogen, die Ränder gerne gezähnelt. Muskeln dieser Art habe ich auch vom Bauchmark des Lumbricus agricola bereits abgebildet [2]).

b) Fasern von den gleichen Eigenschaften können um vieles breiter und länger geworden sein. An solchen sah es mitunter an Zerzupfungspräparaten nach Einwirkung von Kali bichromicum aus, wie wenn der Kern in einem knospenförmigen Auswuchs der sonst ganz platten Faser liege.

c) Die bisher homogene Faser hat sich in Rinde und Mark geschieden; dabei ist sie dicker geworden und der Querschnitt zeigt die allmähligen Uebergänge vom Bandartigen zum Cylindrischen. Auf dem Querschnitt erscheint ferner das Mark nicht selten mit zackigen oder gebuchteten Rändern. Gegen die beiden Endpunkte hin ver-

1) Taf. XVI, Fig. 8, A, B, C, D.

2) Tafeln zu vergleichenden Anat. Taf. IV, Fig. 8, 1.

schwindet gerne bezeichnete Sonderung und die Faser ist hier wieder rein platt und homogen. Die Mehrzahl der Elemente der Längsmusculatur ist von dieser Art[1]).

d) Es giebt Muskeln mit Andeutung oder Spuren von Querstreifung. Letztere kann einen doppelten Grund haben, indem sie einerseits durch eine beginnende Sonderung der Rinde bedingt ist und sich dadurch an die eigentlich quergestreifte Muskelsubstanz der Arthropoden und Wirbelthiere annähert. Diese Erscheinung lässt sich schon an Muskeln aus lebenden Würmern, bequemer nach Reagentien wahrnehmen. Völlig davon verschieden ist anderseits eine Art Querstreifung, welche durch feine Faltenbildung einer besondern Hülle, des Sarkolemma's, entsteht.

e) Ein häufiges Vorkommniss ist, dass Muskelfasern an Stellen, wo die Muskeln sich mannichfach verflechten, wie besonders an dem beweglichen Kopfende sich theilen und in ein wahres Wurzelwerk sich auflösen.

Bezüglich der an stärkeren Muskelfasern (Muskelcylindern) vorkommenden Hülle, Sarkolemma, habe ich z. B. an den Muskeln des Pharynx wahrgenommen, dass zwischen ihr und der Muskelsubstanz eine körnige Masse sich ausbreitet und nach Behandlung mit Kali bichromicum und guter Vergrösserung gelingt es zu sehen, dass darin in Abständen kleine rundliche Kerne sich finden[2]). Diese Wahrnehmung würde dafür sprechen, dass auch das Sarkolemma der Anneliden nicht als Cuticula der Einzelzelle (Muskelzelle) anzusehen, sondern gleich dem Sarkolemma an den sogenannten Primitivbündeln der Arthropoden und Wirbelthiere als Abscheidungsproduct einer besondern granulären Schicht[3]) zu betrachten ist.

An den Borsten geht das Sarkolemma der Muskeln in sehnenähnliche Gebilde über. Hat man nämlich das hintere Ende einer noch im Leibe befindlichen Borste zur Ansicht, so zieht sich um dasselbe eine gewisse zackig streifige Zone[4]). Dies ist bei näherer

---

1) Auch beim gemeinen Regenwurm, dessen Muskelfasern ebenfalls bandartig platt und am Rande gezähnelt sind, ist es verhältnissmässig selten, dass sich eine Spur körniger Achsensubstanz zeigt. Selbst auf Querschnitten und mit Essigsäure behandelt, sehen sie fast immer nur homogen aus.

2) Taf. XVI, Fig. 8, D, E.

3) Leydig, vom Bau des thier. Körpers S. 72, S. 82.

4) Taf. XVII, Fig. 11, B.

Prüfung ein sehniger Apparat, gebildet von den dicht zusammenliegenden und strangartig verjüngten Hüllen der Muskelcylinder. Sie verschmelzen an dieser Stelle mit dem blinden Ende der die Borste erzeugenden Einsackung.

Nervensystem.

1. Gehirn, Bauchmark, Nerven nach Form und Lage überhaupt.

Um sich das Nervensystem im Ganzen und nach seiner Lage zur Anschauung zu bringen, verfährt man am besten so, dass man das Thier etwa einen Tag lang in starkem Weingeist härtet, darauf ebenso lange in Essigsäure legt und endlich die dadurch bezweckte Aufhellung durch Glycerin noch erhöht.

Das nächste Ergebniss, welches man auf derartige Weise gewinnt, ist, dass das Nervensystem unsers Anneliden im Wesentlichen, d. h. in der Form des Gehirns und Bauchmarkes, mit andern Lumbricinen, die bereits näher untersucht sind, übereinstimmt.

Ich durchgehe jetzt die einzelnen Partien in besonderem Hinblick auf das, was ich über dieses Organsystem bei mehrern unsrer einheimischen Lumbricinen ermittelt habe[1]).

Die obere Portion des Schlundringes oder das Gehirn liegt sehr weit nach vorne, fast in der Spitze (Oberlippe) des Kopfes[2]), ist an durchsichtig gemachten Individuen mit der Lupe schon sehr gut als weissgrauer Körper zu unterscheiden und zeigt bei stärkerer Vergrösserung[3]) die Form einer rundlich viereckigen Masse mit ganz schwacher mittlerer Einkerbung am Hinterrand. Es entfernt sich dadurch erheblich von der Gehirnform bei Lumbricus, Lumbriculus, Nais, Chaetogaster, wo überall die beiden Hälften des Gehirns sich mehr, zum Theil stark, absetzen und nähert sich dem von Enchytraeus latus[4]).

Hingegen stimmt unser Wurm hinsichtlich der von der obern Hirnportion kommenden Nerven mit seinen nächsten Verwandten überein. Von der vordern Ecke entspringt wie bei den genannten Lumbricinen ein starker Nerv, welcher der Oberlippe bestimmt ist.

---

1) Vergl. mein Buch: Vom Bau d. thier. Körpers, Bd. I.

2) Taf. XVI, Fig. 2.

3) Taf. XVI, Fig. 5, a.

4) Meine Taf. z. vergl. Anat. Taf. IV, Fig. 2.

Und wie dort ist er gleich an seiner Wurzel gegabelt, so dass er in gewissem Sinne zwei Stämme vorstellt; weiter nach aussen folgt wieder eine Theilung, deren Enden quer herüber zur Haut der Oberlippe gehen, unmittelbar unter die Cylinderzellen heran, ohne dass ich im Stande wäre sie weiter zu verfolgen.

Die den Schlundkopf umgreifenden Commissuren[1]) sind verhältnissmässig sehr lang. Bei der ersten Besichtigung will es scheinen als ob hier keine Nerven abgingen, nach und nach aber, indem man die Präparationsweise vermannichfacht, namentlich mässigen Druck und Isolirung der Theile zu Hülfe nimmt, wird man inne, dass sich auch bei Phreoryctes ganz ähnliche Verhältnisse wieder finden, wie ich sie namentlich von Enchytraeus, Chaetogaster und Lumbricus beschrieben habe. Es entspringt von der inneren Seite der Commissuren eine ganze Anzahl — ich zähle jederseits wenigstens vier — — Nerven, welche in die Musculatur des Schlundkopfes eintreten, dabei sich theilen und auch gangliöse Anschwellungen erkennen lassen[2]).

Die unterhalb des Schlundkopfes gelegene Partie, in welche die Commissuren zusammenfliessen und welche den Anfang des Bauchmarkes bildet, hat im Kleinen dieselbe Form, welche die entsprechende Portion des Schlundrings bei Lumbricus im Grossen zeigt. Von abgehenden Nerven habe ich jederseits nicht mehr als einen Stamm unterscheiden können, welcher, nach vorne sich wendend, bald in zwei zerfällt. Nach dem, was ich über die Zahl der Nerven an dieser Stelle bei Lumbricus gesehen habe, wird mir wahrscheinlich, dass meine Beobachtung an Phreoryctes hierin unvollständig ist.

Das Bauchmark[3]) selber, in der Mittellinie des Körpers, unter dem Nahrungskanal bis zum hinteren Körperende herabziehend, zeigt in seiner Tracht noch die meiste Verwandtschaft mit dem von Lumbricus. Es entwickelt während seines Verlaufes zahlreiche, schwach längsovale Knoten, die sehr allmälig anheben und ebenso wieder abschwellen. Dabei lässt sich bemerken, dass vom dritten Knoten an (die untere Portion des Schlundrings als erste mitgerechnet) je ein längsovaler Knoten in seiner Mitte jederseits eine allerdings

1) Taf. XVI, Fig. 5,

2) Letztgenannte Figur 5, bei b.

3) Taf. XVI. Fig. 2, a; Fig. 5, c,

kaum angedeutete aber doch erkennbare Einbuchtung hat, so dass je eine vordere und hintere Abtheilung zu unterscheiden wäre.

Diese Bildung hängt wohl, wenn wir auf Lumbricus, wo sie fehlt, hinblicken, mit den Seitennerven des Bauchmarkes zusammen. Bei Lumbricus gehen die zwei Seitennerven hart nebeneinander aus der Anschwellung ab, bei Phreoryctes hingegen stehen beide weit auseinander, so dass sich dadurch die jedesmalige Anschwellung des Bauchmarkes für jedes Paar noch einmal zu gliedern hat.

Von diesen aus der Anschwellung kommenden Seitennerven geht der vordere in seiner ganzen Masse, also ungetheilt zur Stammmusculatur und löst sich dort erst in zahlreiche Zweige auf. Der hintere nimmt zwar ebenfalls diese Richtung, aber er gibt noch zuvor einen starken Ast ab, welcher unter fast rechtem Winkel nach hinten abgeht und bald nach seinem Ursprung eine gangliöse Anschwellung erzeugt. Denselben weiter zu verfolgen gelang nicht. Auch dieser Nerv hat bei Lumbricus — man vergleiche die von mir a. a. O. gegebenen Zeichnungen — sein Homologon. Und eben so wie beim gemeinen Regenwurm zwischen den gangliösen Anschwellungen noch je ein feinerer Nerv abgeht, so treten auch bei Phreoryctes jederseits zwei solcher zarten Seitennerven aus dem Raume zwischen den ovalen Anschwellungen.

Am Schwanzende [1]) erscheint das Bauchmark in seiner Gestalt etwas abgeändert. Indem nämlich die gangliösen Anschwellungen dicht hintereinander rücken, kürzer werden und sich mehr wölben, so entsteht eine gegliederte Form, wie ich sie an der Endpartie des Bauchmarkes bereits bei andern Lumbricinen wahrgenommen [2]).

2. Histologisches.

Die Ganglienkugeln der nervösen Substanz haben eine geringe Grösse, sind membranlos und in ihrem Protoplasma markiren sich sehr allgemein mehre feine Pünktchen von Fettglanz. Letztere gewahrt man nicht nur im Gehirn und Bauchmark, sondern auch in den kleinen peripherischen Ganglien, so z. B. in der Anschwellung des von der vordern Ecke des Gehirns abgehenden Nerven und in dem Ganglion, welches der nach rückwärts gewendete

1) Taf. XVI, Fig. 7.

2) Vom Bau des thier. Körp. S. 144.

Ast der Seitennerven des Bauchmarkes erzeugt; der Knoten erscheint am frischen Nerven dadurch stark dunkelkörnig.

Was die Nervenfasern betrifft, so verhält sich Phreoryctes wie die andern Lumbricinen. Anstatt eigentlicher sogenannter Primitivfasern erkennt man nur fibrilläre Punktsubstanz und feine Fäserchen. Die so merkwürdigen dunkelrandigen medianen Nerven, wie ich sie z. B. von Lumbricus, Lumbriculus etc. erörtert, vermag ich hier bei Phreoryctes an frischem Bauchmark nicht deutlich zu unterscheiden, aber nach Reagentien erkenne ich doch einen mittleren, etwas dunklern Strich, der mir auf eine ähnliche Bildung hinzuweisen scheint [1]).

In der Vertheilung und Lagerung der beiderlei nervösen Elemente sehe ich dasselbe wieder, was ich von andern Lumbricinen beschrieben habe. Am Gehirn liegen die Ganglienkugeln nach oben und erzeugen die Anschwellung. In den Commissuren um den Schlundkopf liegt nur fibrilläre Substanz, welche sich theilt, um einerseits ins Bauchmark sich weiter zu erstrecken, andrerseits den eigenthümlichen Bogen nahe dem Vorderrand der untern Hirnportion zu bilden [2]). Im Bauchmark ziehen die Ganglienkugeln continuirlich von vorne nach hinten und erzeugen durch locale Anhäufung die zahlreichen Anschwellungen, dabei immer hauptsächlich der ventralen Seite des Bauchmarkes angehörend.

Das Neurilemm [3]) zerfällt in ein inneres, von mehr heller, homogener, derberer Beschaffenheit und in ein äusseres, welches von weicher und zelliger Natur ist. Im äussern Neurilemm unterscheidet man bei näherem Zusehen Längsstreifen, die Den, welcher mit den Verhältnissen bei grösseren Ringelwürmern vertraut ist, sofort an Muskeln erinnern. Fertigt man Querschnitte an, nach der von mir früher bezeichneten Weise, so lässt sich mit Sicherheit sehen, dass Phreoryctes auch darin mit andern Ringelwürmern übereinstimmt, dass zwischen innerm und äusserm Neurilemm Längsmuskeln verlaufen.

An eben solchen Querschnitten stellt sich auch deutlich dar, dass die zwei Längsstränge sich gesondert erhalten, und nicht zu einem einzigen zusammengeschmolzen sind.

---

1) Taf. XVI, Fig. 6. c.
2) Vergl. a. a. O. (Bau d. thier. Körper) z. B. S. 158.
3) Taf. XVI, Fig. 6, a, b; Taf. XVII, Fig. 15, g (Muskeln des Neurilemms).

Betrachtet man das unverletzte Bauchmark mit guter Vergrösserung etwas genau, so gewahrt man ferner anscheinende Spältchen [1]), zahlreich in der Mittellinie sowie auch in den beiden Seitenhälften. Da bei der Veränderung der Focaleinstellung sich lichte Streifen von den anscheinenden Lücken wegziehen, so möchte ich vermuthen, es seien ebenfalls Muskeln im Querschnitt; vielleicht vergleichbar den senkrecht aufsteigenden Muskelcylindern im Gehirn und den Ganglien der Hirudineen [2]).

Das Neurilemm der Nervencentren ist ohne besondere Blutgefässe [3]).

Verdauungsorgane.

Wie bei andern Lumbricinen verläuft der Darmkanal einfach gerade, ohne Windungen zu bilden, von vorne nach hinten. Mund und After finden sich an den beiden entsprechenden Körperenden.

1. Der Darmkanal nach seiner Gliederung im allgemeinen.

Die Mundöffnung [4]) unterhalb der Oberlippe gelegen ist nach innen, am Uebergang zum Schlundkopfe, mit querabgeschnittenen, im Kreise stehenden Papillen versehen, so dass der Anfang des Schlundkopfes gewissermassen das Bild einer crenelirten Mauer gibt [5]).

Der Schlundkopf, von sehr fleischiger Beschaffenheit, zerfällt in eine vordere und eine hintere Abtheilung; beide grenzen sich nicht blos schon bei geringer Vergrösserung durch eine äussere tiefe Furche und Einspringen der Wand nach innen von einander ab, sondern auch die Musculatur zeigt in den beiden Abtheilungen ihre Besonderheiten [6]).

Der jetzt folgende Abschnitt, um vieles dünnwandiger als der Schlundkopf, entspricht wohl einem Magen und dem eigentlichen Darm, ohne dass man aber die Grenze zwischen beiden angeben

1) Taf. XVI, Fig. 5 namentlich der Theil des Bauchmarks, welcher unterhalb des Schlundkopfes (c, f) liegt.

2) Tafeln z. vergl. Anat. Taf. II. Fig. 1, k. Vom Bau des thier. Körpers S. 165.

3) Vergl. a. a. O. S. 152.

4) Taf. XVI, Fig. 2.

5) Taf. XVI, Fig. 5, g.

6) Taf. XVI, Fig. 2, d; Fig. 5, e, f.

könnte. Er hat das bekannte eingeschnürte Aussehen wie bei allen Lumbricinen und wie dort so treten auch hier die musculösen Scheidewände an die eingeschnürten Stellen heran. Selbst der isolirte Darm von Thieren, welche in Reagentien gelegen hatten, behält dieses Aussehen bei und man darf daher nicht, wie es wohl von Andern geschehen ist, die Einschnürung auf Muskelwirkung setzen: sie liegt in der Anordnung des Darmes selber.

Wie sich der Wurm im Ganzen nach dem Schwanzende zu verjüngt, so geschieht diess auch im Einzelnen von allen dabei betheiligten Organen. Die Körperstacheln werden kleiner, das Bauchmark spitzt sich zu und auch der Darm verengt sich in geradem Verhältniss zum Dünnerwerden des Leibes. Auf Querschnitten durch das ganze Thier erscheint die Lichtung des Darmes gerne als ein vierbuchtiger Raum [1]), doch auch unter der Form eines queren Ovals, ein andermal unregelmässig buchtig.

2. Der Darmkanal nach seinem feineren Bau.

Die querabgeschnittenen Papillen am Eingang zum Schlundkopf scheinen durch Wucherung jener Schicht zu entstehen, welche sonst im Darm die Matrix der Cuticula oder das Epithel ist. Die Cuticula geht als heller, ziemlich breiter Saum über die Papillen weg und von dieser Stelle abgezogen behält sie von der Fläche gesehen, eine wabige Beschaffenheit, gewissermaassen eine grosszellige Sculptur.

Die histologische Hauptschicht des Schlundkopfs ist die Muskelhaut. Man unterscheidet an der vordern Abtheilung [2]) hauptsächlich Ringlagen, zwischen welche sich schräg verlaufende Züge einflechten. An der hintern Abtheilung [3]) sind die Längsmuskeln sehr stark; dabei geben sie feinere Seitenäste ab, durch welche sie sich untereinander verbinden.

Ich habe schon längst und zwar zuerst darauf hingewiesen, dass die Primitivcylinder gerade in der Musculatur des Schlundkopfes bei Schnecken und Tintenfischen den ächt quergestreiften Muskeln höherer Thiere sich sehr nähern [4]). Dasselbe zeigt sich hier bei

1) Taf. XVI, Fig. 4, c.

2) Taf. XVI, Fig. 5, c.

3) Letzt citirte Figur bei f.

4) Vergl. die Hinweise in m. Buche: vom Bau des thier. Körpers S. 77.

Phreoryctes. Die Primitivcylinder haben ein gewisses körniges Wesen mit entschiedenem Hervortreten der Querstreifung.

Am übrigen Darmkanal ist die Muskelhaut erheblich dünner geworden, so dass sie nicht ohne weiteres in die Augen fällt, sondern erst gesucht sein will. Sie liegt zwischen der Schicht sogenannter Leberzellen und der Tunica propria des Darmrohres [1]), besteht bei näherer Prüfung aus Ringmuskeln, über welche nach aussen vereinzelte Längenmuskeln ziehen.

An der zwischen der Muskelhaut und dem inneren Epithel gelegenen T u n i c a p r o p r i a ist mir wieder ganz besonders der ungemeine Gefässreichthum aufgefallen, und es will mir scheinen, als ob dieses ein allgemeinerer Charakter der Ringelwürmer sei. Bei dem Blutegel ist mir solches zuerst entgegengetreten [2]), dann auch bei dem kleinen durchsichtigen Chaetogaster [3]). Bei Phreoryctes laufen die Blutgefässe ebenfalls circulär, eines dicht am andern und haben, wenigstens an Präparaten nach Kali bichromicum ein gewisses eingeschnürtes Aussehen. Von Zeit zu Zeit verbinden sie sich untereinander durch einen Seitenast [4]). Alle diese Gefässe scheinen vom Rückengefäss zu kommen und auch wieder in dasselbe zurückzutreten.

Nach innen von der gefässreichen Tunica propria liegt das D a r m e p i t h e l [5]), welches sich auf dem Querdurchschnitt durch das ganze Thier, also im Zusammenhang, als eine feinstreifige Innenmasse darstellt. Näher besehen besteht es aus langen Cylinderzellen, nach der freien Seite hin mit Cuticularsaum, an der Wurzel in mehre Fortsätze aufgelöst. Der Inhalt der Zellen ist braunkörnig. Auf dem Cuticularsaum sitzen — man nehme hierzu lebende Thiere — lange, zarte Flimmerhaare. Die Wimperung erstreckt sich mit Ausnahme des Schlundkopfes durch den ganzen Darm [6]).

---

1) Taf. XVIII, Fig. 24, B, c; Fig 25, b.

2) Histologie S. 344.

3) a. a. O. S. 344 und Fig. 134. „Hier gehen vom Rückengefäss zahlreiche Gefässe ab, welche in der Tunica propria des Nahrungsrohrs verlaufend den Magen und Darm reifartig umstricken und indem sie sich durch seitliche Aeste untereinander verbinden, entstehen strickleiterähnliche Maschen."

4) Taf. XVIII, Fig. 24, B, b; Fig. 25, a.

5) Taf. XVIII, Fig. 24, B, a; Taf. II, Fig. 14.

6) Ueber Stylaria proboscidea habe ich mir bezüglich der Darmwimperung angemerkt, dass der Schlund, von dem sich eine Art Vormagen von kugeliger Form absetzt, vollständig wimpert, ebenso der Mastdarm; der

Aussen ist das Darmrohr ringsum von derselben braunen zelligen Schicht umgeben, welche am längsten vom Regenwurm bekannt ist und immer als eine über dem Darm zellig ausgebreitete Leber gedeutet wurde [1]). Fragliche Zellen haben auch hier von Phreoryctes, wie ich es von andern Lumbricinen beschrieb, die Form kleiner Beutelchen, mit ihrem Längendurchmesser strahlig gegen das Lumen des Darmes gerichtet. Am ersten Mägenfach nach dem fleischigen Schlundkopf ist ihr Inhalt noch eine farblose, schwach körnige Masse, erst vom nächsten Magenfach an wird sie braun und dunkel. Prüft man indessen den Inhalt dieser Zellen genauer und von verschiedenen Körperstellen, so lassen sich ausser der schon erwähnten farblosen schwach körnigen Materie noch unterscheiden:

a) Fetttröpfchen. Sie sind theilweise so vorherrschend, dass die sogenannten Leberzellen der Beschaffenheit gewöhnlicher Fettkörperzellen sich nähern.

b) Intensiv braungefärbte Körnchen. Sie sind eben der Grund gewesen, warum man die ganze Schicht als Leber angesprochen hat. Ob dieselben Pigmentkörner der gewöhnlichen Art oder ob sie in der That Bestandtheilchen von Galle sind, bleibt zu untersuchen.

Ich habe nun bereits an einem andern Ort [2]) mich darüber erklärt, wie es mir unwahrscheinlich geworden sei, dass die „Leberzellen“ der Lumbricinen wirklich die Leber vorstellen und brachte sie vielmehr in die Reihe der Bindesubstanzzellen. Auch hier bei Phreoryctes bekleiden sie nicht blos die Aussenfläche des Darms, sondern erstrecken sich auf das Rückengefäss, dasselbe in zierlichen Touren umspinnend [3]), und werden zu einem Theil der sogenannten Tunica adventitia der Gefässwand. Bei Lumbricus und Lumbriculus verbreiten sie sich vom Rückengefäss weit hinaus auch auf die feinern Blutgefässe. Endlich bei den Hirudineen (Sanguisuga medicinalis z. B.) geht dies noch weiter, indem die aus den Seitengefässen hervorgegangenen feinen reichlichen Blutgefässe auf weite Strecken mit solchen braunkörnigen Zellen aussen besetzt sind.

übrige Darm wimpert nur streckenweise. Auch bei Chaetogaster diaphanus flimmert schon der Schlundkopf; im Magen sind die Cilien lang und zart, und es sitzen nicht viele auf Einer Zelle.

1) Taf. XVI, Fig. 4; Taf. XVIII, Fig. 24, B, d; Fig. 24, c.

2) Vom Bau d. thierisch. Körpers S. 32.

3) Taf. XVIII, Fig. 25, A, b.

Wenn sich das Darmepithel mit braunkörniger an Gallenfarbstoff erinnernde Masse erfüllt zeigt, so darf man wohl richtiger nach allgemein morphologischen Grundsätzen und in besonderem Hinblick auf das, was wir über die Leber der Krebse und Spinnen, sowie über die Entwicklung dieses Organs bei Wirbelthieren wissen, solche Zellen als Leberzellen ansprechen, wie ich dieses seiner Zeit vom Magen der Rotatorien und des Ameisenlöwen gezeigt habe. Und bei diesem Gesichtspunkt können wir auch bezüglich unsres Wurms annehmen, dass die Leber im Darmepithel mit begriffen sei.

3. Ueber Fettkörper, Leber und Speicheldrüsen anderer Anneliden.

Das eben erschienene Werk Leuckarts: „Die menschlichen Parasiten", enthält eine die Leber und den Fettkörper der Egel betreffende Angabe, welche hier gelegentlich berichtigt werden soll. Es wird dort von einzelligen Drüsen des Blutegels gesprochen und bemerkt, Brandt habe dieselben als Leberschläuche gedeutet und ich hätte sie für einen Fettkörper genommen.

Hr. Leuckart muss etwas flüchtig untersucht haben, wenn er Hautdrüsen und Fettkörper, unter sich so verschiedene Dinge, nicht aus einander zu halten versteht. Was zuerst die einzelligen Hautdrüsen der Egel betrifft, so sind diese bekanntlich von mir am Fischegel entdeckt worden und dass ich mit denselben insbesondere auch bei dem medicinischen Blutegel vertraut bin, ergiebt der von mir dargestellte Querschnitt dieses Thieres[1]), wo die zweierlei Hautdrüsen, die höher und tiefer liegenden oder die kurz- und langstieligen deutlich bezeichnet sind. Dann ist es zweitens ganz irrthümlich, wenn L. meint, Brandt habe „diese Zellen als Leberschläuche gedeutet." Was Brandt als Leber genommen, sind die mit braunkörnigem Inhalt erfüllten Zellen, welche den Blutgefässverzweigungen auf weite Strecken hin ansitzen können. Solche „Leberzellen" haben abermals mit den einzelligen Hautdrüsen gar nichts zu schaffen.

Was ich als Fettkörper der Hirudineen angesprochen, sind modificirte Partieen der den Körper durchziehenden Bindesubstanz. Fertigt man feine Querschnitte durch das Thier an, so bemerkt man nicht blos zwischen den Muskeln des Stammes Bindesubstanz, welche die contractilen Elemente zu grössern und kleinern Bündeln ab-

1) Tafeln z. vergl. Anat. Taf. X, Fig. 6.

theilt und verknüpft [1]), sondern es verbindet auch ununterbrochen nach innen ziehend alle übrigen Organe, und namentlich entsteht dadurch, weil eine eigentliche Leibeshöhle fehlt, ein lockerer bindegewebiger Ueberzug auf allen Eingeweiden; nicht blos der Nahrungskanal, sondern auch die Hodenblasen, die Gefässstämme u. s. w. zeigen diese, wie ich gleich beisetzen will, zum Theil braungefärbte Umhüllung. Denkt man sich bei einem Insect das Lumen der Leibeshöhle auf ein Minimum zurückgeführt, so würde das den Leibesraum sonst durchspannende Netzwerk des Fettkörpers zu einer ganz gleichen, locker-schwammigen Umhüllung der Eingeweide werden.

Die Zellen dieser Bindesubstanz sind von sehr wechselnder Gestalt: rund, länglich, auch faserartig ausgezogen, in andern Fällen verzweigt, die Fortsätze unter sich anastomosirend. Von rundlich halbkugeliger Form bleiben besonders die, welche an den Blutgefässen aufsitzen und in ihren Schlängelungen weithin folgen [2]). Den Inhalt der Zellen bildet eine braune Körnermasse in stärkerer oder geringerer Füllung; diese ist es gewesen, welche den Gedanken an eine Leberbildung hervorgerufen hat. — Anstatt der braungefärbten Körner können schon, so namentlich beim Rossegel die Zellen farblose, fettartige Kügelchen zum Inhalte haben und bei den Rüsselegeln (Clepsine, Piscicola) ersetzt überhaupt ein schönes unbezweifelbares Fettgewebe die Stelle des braungefärbten Netzwerkes. Wer sich weiterhin für diesen Gegenstand interessirt, wird wohl auch noch meine bezüglichen Angaben in der „Histologie" [3]) und in meinem neueren Buch: „vom Bau des thierischen Körpers" [4]) einer Durchsicht für werth halten.

Speicheldrüsen habe ich bei Phreoryctes nicht wahrgenommen.

Bei den Egeln hatte bereits Brandt an Sanguisuga medicina-

1) Man betrachte z. B. Taf. II, Fig. 4. (Meine Tafeln z. vergl. Anat.)

2) Taf XVIII, Fig 23. Bei Branchiobdella sieht man an dem pulsirenden Rückengefäss einen solchen braunen Strang von „Leberzellen" hinziehen; und kennt man die Verhältnisse von den grössern Egeln her, so vermag man auch schon an jungen lebenden Thieren von Nephelis vulgaris die den Blutgefässen angehefteten Leberzellen zu unterscheiden.

3) S. 366.

4) S. 32.

lis eine „körnige Masse um den Mund, welche aus lauter ovalen Säckchen mit Ausführungsgängen bestehe“, als Speicheldrüsen erkannt. Ich sehe, dass auch hier, wie bei Piscicola, Clepsine u. a. diese Drüsen einzellig sind; sie münden aber mit ihren langen Ausführungsgängen nicht, wie genannter Beobachter es geschehen lässt, „in die Speiseröhre“; ich überzeuge mich vielmehr, dass die Ausführungsgänge der zahlreichen Säckchen ihre Richtung nach den Kieferwülsten nehmen und sich so sammeln, dass der Zahl der Kieferwülste entsprechend zuletzt drei dicke Bündel von Ausführungsgängen sich bilden, von denen jeder bis zur Spitze des Kiefers aufsteigt, um zwischen den Zähnen zu münden[1]. Auf dem von mir an einem andern Ort veröffentlichten Querschnitt aus der Kopfgegend des medicinischen Blutegels sind diese Bündel von Ausführungsgängen bereits eingezeichnet[2].

Blutgefässsystem.

1. Von Phreoryctes.

Wie die übrigen verwandten Würmer zeichnet sich auch die Gattung Phreoryctes durch ein wohl entwickeltes, in sich abgeschlossenes Blutgefässsystem aus, dessen centraler Theil aus Längsgefässen besteht. In ihm circulirt ein gelbroth gefärbtes Blut. Daneben enthalten die Lacunen des Leibes eine farblose, fluctuirende Flüssigkeit: das Analogon einer Lymphflüssigkeit.

a) Lage und Verlauf der Blutgefässe.

Das Rückengefäss[3] in der Mittellinie des Körpers verlaufend und der Dorsalseite des Darms angeheftet gabelt sich vor der obern Hirnportion[4]. Die zwei Aeste biegen unter das Gehirn, bilden darauf vor ihm in der Oberlippe jederseits eine Schlinge, deren nach rückwärts gehender Schenkel die Seitencommissur des Gehirns umgreift, um sich darauf nach unten zu begeben zur Verbindung mit dem Bauchgefäss.

---

1) Taf. XVIII, Fig. 28, B.

2) Tafeln z. vergl. Anat. Taf. I, Fig 6, i.

3) Taf. XVI, Fig. 2, b; Fig. 3, b

4) Taf. XVI, Fig. 5, k.

5) Taf. XVI, Fig. 2, c; Fig. 3, c

Das **Bauchgefäss**[1]) zieht ebenfalls in der Mittellinie des Körpers hin und liegt, genauer bestimmt, zwischen dem Darm und Bauchmark[2]). Es steht nicht blos am Kopfende, sondern auch am Schwanzende mit dem Rückengefäss in continuirlichem Zusammenhang. Ob aber am Kopf ausser den zwei bezeichneten Gabelästen noch andere Queranastomosen vorhanden sind, habe ich, obschon mir solches wahrscheinlich ist, doch nicht mit gehöriger Sicherheit erblicken können.

Es hält nämlich schwer, den Ursprung und das Ende der in jedem Leibesring vorhandenen und so vielfach verschlungenen Gefässwindungen zu verfolgen. Was man zunächst meinen könnte, dass es sich um vielfach hin- und hergebogene Anastomosen zwischen dem Rücken- und Bauchgefäss nach der ganzen Länge des Körpers handle, erweist sich als irrig. Es stellt sich bald heraus, dass man es mit Gefässschlingen zu thun habe und zwar glaubte ich anfangs zu sehen, dass in jedem Segment des Leibes sowohl vom Rückengefäss eine Schlinge nach unten, vom Bauchgefäss eine ebensolche nach oben abgegeben werde, welche beide sich ineinander schiebend das Gefässconvolut jedes Segments erzeugen. Aber auch diese Ansicht hatte ich nach und nach zu modificiren, indem ich zu dem Resultate kam, dass das ganze Gefässconvolut einzig und allein in dem Bauchgefäss wurzelt und wieder dahin zurückführt.

Das Bauchgefäss entsendet nämlich in jedem Leibessegment jederseits zwei Gefässe, dicht neben einander, welche Anfang und Ende des flach ausgebreiteten Gefässknäuels sind, der, ohne dass sich dabei das Gefäss theilt, lediglich aus einer einzigen sehr langen Schlinge besteht. Ist man einmal soweit in der Untersuchung vorgerückt, so sieht man eigentlich schon bei Betrachtung des ganzen lebenden Thieres mit der Lupe, dass die Gefässschlingen nur vom Bauchgefäss abgehen und das Rückengefäss mit diesen Schlingen nichts zu thun habe. Letzteres schon sonst in innigem Zusammenhang mit der Darmwand ist die Quelle für das reiche, oben erörterte Ring-Gefässnetz in der Darmwand, und zwar mögen die Stämmchen, wie es wenigstens beim Besehen des lebenden Thiers mit der Lupe den Anschein hat, den Diaphragmen entsprechend, aus dem Rückengefäss sich abzweigen.

---

1) Taf. XVI, Fig. 2, b; Fig. 3, b.

2) Taf. XVI. Fig. 4.

Noch habe ich ferner einer recht merkwürdigen Bildung im Gefässsystem zu gedenken.

Bei der Untersuchung der Körpergegend, wo der Magendarm beginnt, kann man auf ein langes, sackartiges Organ stossen [1]), dessen Inneres von gewundenen Hohlräumen, zum Theil mit Blut erfüllt, durchzogen wird. Die nähere Prüfung ergiebt, dass man einen Sack vor sich habe, in welchem in der That mehrere — ich zähle sieben — Blutgefässschlingen zusammengeschoben liegen. Sie lassen sich leicht herausfördern, so dass der Sack leer daneben liegt [2]). In seiner Wand unterscheidet man Ring- und Längsmuskeln, durch deren Contraction auch wohl die Gefässschlingen von selber herausgetrieben werden.

Mit welchem Körpertheil steht nun der Sack eigentlich in Verbindung? Ich habe mich zunächst überzeugt, dass er ein unpaares Gebilde sei, welches in der Mittellinie des Körpers, am Rücken liege; eine Aussackung, deren Oeffnung an den Diaphragmen der Leibeshöhle beginnt und deren blindes Ende frei und gerade nach vorne gekehrt erscheint. Ferner wurde ich nach und nach gewahr, dass der Sack nicht blos einem einzigen Körpersegment angehört, sondern in mehreren aufeinanderfolgenden Ringen sich wiederholt. Ich zähle sechs Säcke, wovon die vier längsten dem 9ten bis 12ten Segment oder den Genitalringen angehören; dann verkürzen sie sich an den weiter rückwärts folgenden Ringen und hören bald ganz auf [3]).

Da mir diese Bildung neu und räthselhaft ist, so habe ich in den Arbeiten andrer Beobachter gesucht, ob nicht Aehnliches schon bei diesem oder jenem Anneliden beobachtet worden sei, ohne aber eine befriedigende Auskunft erhalten zu haben. Nur ganz fragweise sei der „poches membraneuses“ gedacht, welche für Nereis angegeben werden und feste Körper von blattartiger Gestalt mit zahlreichen Blutgefässen sein sollen. Dann habe ich an den „blindsackartigen Anhang“, welchen B u c h h o l z [4]) von Enchytraeus appendiculatus beschrieben hat, gedacht. Aber wenn die Angaben des Genannten in Allem richtig sind, so beschränkt sich die Verwandtschaft auf die

1) Taf. XVIII, Fig. 21.

2) Taf. XVIII, Fig. 20.

3) Taf. XVI, f.

4) Beiträge z. Anat. d. Gattung Enchytraeus. nebst Angabe etc. in den Königsberger physik. ökonomischen Schriften III. Jahrg. 1862, S. 12, Fig. 2. app.

Anwesenheit des Divertikels an der Dorsalseite mit einem Kanalsystem, das an eine Art Wundernetzbildung erinnert. Alles übrige spricht gegen Gleichstellung mit den von mir an Phreoryctes beschriebenen Organen. Der Blindsack des Enchytraeus sei ein Divertikel des Darmkanals, obschon im Bau beträchtlich verschieden von diesem, doch innen mit Flimmerepithel ausgekleidet. Das Wundernetz befinde sich auf der Oberfläche des Divertikels u. s. w.

Es muss somit späteren Forschungen vorbehalten bleiben, die etwa vorhandenen Vor- und Rückbildungen des Organs bei den verwandten Gattungen, sowie vielleicht die physiologische Bedeutung, festzustellen.

b. Feinerer Bau der Blutgefässe.

Was das Rückengefäss [1]) betrifft, so setzen drei Schichten die Wand desselben zusammen: eine Innenhaut (Tunica intima), eine Muskelhaut (T. muscularis) und eine äussere Hülle (T. adventitia).

Die Tunica intima ist eine scharf-linige, homogene, das Gefäss nach innen abschliessende Haut. Am entleerten Gefäss legt sie sich gerne in zierliche Falten. Die Tunica muscularis ist dicker als die Innenhaut, von blassem Aussehen und fein ringstreifig, was auf eine Zusammensetzung von circulär gelagerten Elementen hinweist. Die Tunica adventitia hat ein fein granuläres Aussehen, mit einigen zerstreuten Kernen, ganz wie die Matrix einer Cuticula.

Noch habe ich zu meiner Ueberraschung im Innern des Rückengefässes Gebilde angetroffen, die ich vorläufig nicht anders zu deuten weiss, als dass ich in ihnen die Homologa der Klappen im Rückengefäss gewisser Hirudineen sehe. Die Gebilde sind wegen ihrer Zartheit und Vergänglichkeit höchst schwierig zu untersuchen und ich zweifle, ob Der, welcher nicht das Rückengefäss der Rüsselegel schon aus eigener Erfahrung kennt, fragliche Organe des Phreoryctes sofort sich vor die Augen zu bringen vermag.

Man isolire das Rückengefäss eine Strecke weit, doch mit möglichster Schonung. Es erscheinen dann von Stelle zu Stelle, und zwar, wie es scheint, von Segment zu Segment, helle kolbenartige oder birnförmige Gebilde, an frischen Präparaten schon durch ihr farbloses Wesen von der umgebenden rothgelben Blutflüssigkeit sich abhebend. Ich meine wahrzunehmen, dass sie immer in der Vierzahl

1) Taf. XVIII, Fig. 18, A, B, C.

lichster Schonung. Es erscheinen dann von Stelle zu Stelle, und zwar, wie es scheint, von Segment zu Segment, helle kolbenartige oder birnförmige Gebilde, an frischen Präparaten schon durch ihr farbloses Wesen von der umgebenden rothgelben Blutflüssigkeit sich abhebend. Ich meine wahrzunehmen, dass sie immer in der Vierzahl beisammen sitzen; dabei zeigen sie noch eine Gruppe kleiner Fettkügelchen im freien Ende. Ist ein solcher Körper abgerissen, so hatte ich mehrmals Bilder, als ob er durch Muskelfäserchen angeheftet gewesen sei. Vergleiche hierüber Fig. 18, C, die einen solchen Fall versinnlicht.

Das Bauchgefäss[1]) unterscheidet sich in seiner Structur wesentlich vom Rückengefäss dadurch, dass ihm die Muskelhaut fehlt. Es besteht daher nur aus der homogenen Tunica intima und der Tunica adventitia, welche, wie vorhin, durchaus den Charakter der Matrix einer Cuticularbildung hat: sie ist fein granulär mit eingestreuten Kernen.

Denselben Bau wiederholen die Gefässschlingen, welche im Bauchgefäss wurzeln und dahin zurückführen. Sie sind daher auch so wenig contractil als das Bauchgefäss selber, aber sehr elastisch, wie man bei frischen Thieren, deren Längsblutgefässe sich entleert haben, zu bemessen im Stande ist.

Bei der Betrachtung des feineren Baues dieser Gefässschlingen, die man nach ihrem Kaliber den Capillaren der Wirbelthiere vergleichen kann, wird man wohl dem, was ich jüngst[2]) über die Entstehung der Blutcapillaren erörtert habe, zuzustimmen nicht ausweichen können. An Präparaten, auf welche Essigsäure eingewirkt hat und welche darauf in Glycerin gelegt worden, ist die körnige Matrix mit ihren Kernen überaus deutlich[3]), sowohl von der Fläche als im Querschnitt gesehen. Denkt man sich die Intima mehr erhärtet oder chitinisirt, so tritt die völlige Identität zwischen einem solchen Blutgefässe und einer Trachee hervor.

Und noch für eine andere Frage von allgemeiner Bedeutung geben gewisse Gefässschlingen des Phreoryctes eine bestimmte Antwort. Es ist von mir zuerst dargethan worden, dass die Matrix der

---

1) Taf. XVIII, Fig. 19. Ueber das Bauchgefäss von Lumbricus siehe m. Histol. S. 437, Fig. 217, B.

2) Vom Bau des thier. Körpers S. 51.

3) Taf. XVIII, Fig. 19, B, a.

Cuticula sich continuirlich in Bindegewebe fortsetzen könne. Die gleiche Erscheinung lässt sich hier verfolgen und zwar an jenen Gefässschlingen, welche in die kurz vorher beschriebenen Beutel zusammengeschoben sind. Man fasse aus dem Beutel herausgefallene Gefässe schärfer ins Auge und man wird daran nicht nur die Matrix der Intima mit ihren zahlreichen Kernen unterscheiden, sondern es zeigt sich, dass zwischen den Schenkeln der Schlingen sich ein streifiges, zartes Bindegewebe hinspannt, welches dieselben Kerne hat wie die Matrix und dessen Streifen auch unmittelbar aus letzterer — genauer gesagt, aus dem körnigen Protoplasma — hervorgehen. Zusatz von Essigsäure macht das Bild noch klarer [1]).

Es wurde eingangs bezüglich des Gefässsystems bemerkt, dass gegenüber der rothen Flüssigkeit in den Gefässen noch ein farbloses, der Lymphe vergleichbares Fluidum in der Leibeshöhle enthalten sei. In dieser Flüssigkeit flottiren zahlreiche zellige Elemente, die bei näherer Besichtigung die Natur strahliger, farbloser Blutzellen haben, auch wie diese im ausgeflossenen Zustande sich gerne in Klumpen zusammenballen.

Eine Oeffnung auf der Oberfläche des Kopflappens, wie ich sie bei Lumbriculus und Enchytraeus entdeckt und welche unmittelbar in den Leibes- oder Lymphraum führt, vermisse ich hier. Die Leibeshöhle ist, wie an passend behandelten Querschnitten gesehen werden kann, von demselben Gewebe ausgekleidet, welches z. B. das äussere Neurilemm, die äussere Haut der Blutgefässe bildet und welche ich zelligblasige Bindesubstanz genannt habe. An Querschnitten durch den ganzen Wurm hat der Hautmuskelschlauch denselben Ueberzug. In der Medianlinie unterhalb des Bauchstranges in der Furche zwischen den beiden seitlichen Muskelhälften entsteht eine dickere Schicht dieser zelligen auskleidenden Substanz, die sich wie eine besondere, fein granuläre, mit Kernen versehene Masse darstellen kann.

2. Bemerkungen zum Gefässsystem andrer Anneliden.

An Lumbriculus variegatus sind von mir zuerst die so merkwürdigen contractilen Aussackungen des Rückengefässes erkannt worden [2]). Grube hatte sie für Divertikel des Darmes gehalten.

1) Taf. XVIII. Fig. 22.

2) Histologie S. 436; vom Bau des thier. Körpers S. 38. Anmerkg.

In neuerer Zeit fällt mir an diesem Würmchen auf, dass das Blut, obschon im Allgemeinen von gelbrother Farbe, bei Betrachtung lebender Thiere in manchen der eben bezeichneten Gefässfollikel, namentlich gegen den Kopf zu, einen entschieden grünlichen Ton angenommen hat [1]). — Das Blut von Chaetogaster ist farblos, ohne Körperchen; in der Lymphe der Leibeshöhle treiben auch nur spärlich zellige Elemente umher. Die Leibeshöhle (Lymphraum) erscheint bei Lumbriculus von Zellen ausgekleidet, welche mit den in diesem Raum fluctuirenden Lymphkügelchen fast gleiches Aussehen haben; auch meine ich beobachtet zu haben, dass die letzteren hier wirklich durch Sprossung an den auskleidenden Zellen und nachherige Ablösung entstehen. — Dass bei Enchytraeus die in der Flüssigkeit des Leibesraumes treibenden zelligen Elemente sich durch Grösse und Form auszeichnen, ist von mir ebenfalls zuerst gesehen worden [2]).

Von Interesse ist an Nais (Stylaria) proboscidea die Umwandlung der Leibeshöhle innerhalb der Oberlippe in gefässartige Räume zu verfolgen [3]). Bekanntlich verlängert sich bei dieser Art der Kopflappen in einen „Rüssel“ oder „Züngelchen“, dessen Länge nach den einzelnen Individuen Verschiedenheiten unterworfen ist. (Ich habe Thiere vor mir gehabt mit ganz kurzem, fast nur stummelartigem Rüssel.) Die Auffassung dieses Organs als eines Tastwerkzeugs — und diess ist die herrschende Ansicht — wird durch die genauere Betrachtung seines Baues nicht sonderlich gestützt. So ist es mir, um zunächst diess zu bemerken, nicht gelungen, Nerven in das Organ zu verfolgen. Ich unterscheide an dem Rüssel, von aussen nach innen gehend, erstens die Cuticula mit denselben Borsten, wie sie der Kopf an sich hat, nur blässer, kürzer und nach der Spitze zu fast ganz verschwindend. Darunter kommt zweitens die Matrix der Cuticula, eine Zellenlage; weiter nach innen erscheint eine deutliche Muskellage als dünngewordene Fortsetzung des allgemeinen Hautmuskelschlauches, endlich drittens — und damit nähern wir uns der uns hier vor Allem beschäftigenden Organisation — erscheint zu innerst ein Hohlraum mit Flüssigkeit, dessen Lumen durch die

1) Vergl. Vom Bau des thier. Körpers S. 67.

2) Histologie S. 451. „Bei einer Art Enchytraeus sehe ich sehr schöne und grosse, ovale, glattrandige, Lymphkügelchen in der Leibeshöhle.“

3) Vom Bau des thier. Körpers S. 106. Tafeln z. vergl. Anat. Taf. IV, Fig. 5, e.

erwähnte Muskellage verengert und erweitert wird. In diesem Hohlraum treiben auch hie und da dieselben Kugeln herum, wie sie in der Flüssigkeit der Leibeshöhle schweben. Verfolgen wir den Hohlraum nach rückwärts, so geht er unterhalb des Gehirns in die Leibeshöhle über; doch geschieht diess unter vorgängiger Entwicklung netzförmig zusammenhängender contractiler Räume, die unverkennbar zusammen ein Stück Leibesraum vorstellen.

Noch möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass es mir scheint, als ob durch Vermittelung des Rüssels auch bei diesem Ringelwurm eine Vermengung der Leibesflüssigkeit mit von aussen eindringendem Wasser statt habe. Ich meine nämlich an der Spitze des Organs eine ähnliche Oeffnung zu bemerken, wie ich sie bei Lumbriculus und Enchytraeus gesehen. Dann fällt mir zweitens in dieser Richtung noch etwas anderes auf. Stellt man nämlich bei starker Vergrösserung und ohne dass das Organ zuvor durch Druck gelitten hätte, den Focus auf die Oberfläche des Rüssels ein, so unterscheidet man zwischen den Zellen der Matrix der Cuticula eine Menge Lücken und in der letzteren selber feine Oeffnungen; — das Ganze erinnert mich durchaus an Verhältnisse, wie ich sie an Cyclas früher beschrieben habe.

Das Blutgefässsystem der Egel ist für mich schon öfter Gegenstand der Untersuchung gewesen. Ich habe z. B. vor Jahren diese Organe bei Clepsine näher erörtert [1]) und dabei dem Rückengefäss eine hintere, freie Mündung zugeschrieben. Diese letztere Angabe glaube ich jetzt zurücknehmen zu müssen. Schon dazumal habe ich bemerklich gemacht, wie äusserst schwierig es sei, das Ende des Rückengefässes zu erblicken, was jeder erproben wird, wenn er seine Studien auf diesen Punkt lenkt; vorausgesetzt, dass er die Verhältnisse, wie ich es seiner Zeit that, an frischen lebenskräftigen Thieren erkennen will. Auch bin ich jetzt erst an abgematteten halbverhungerten Individuen dazu gekommen, die fragliche Stelle besser beobachten zu können. Dort nämlich, wo sich die letzte Kammer des Rückengefässes befindet und wohin ich die freie Mündung zeichnete, biegt das Rückengefäss etwas in die Tiefe, woranf dann die schmäler gewordene, der eigenthümlichen Klappen entbehrende Fortsetzung nach hinten auf dem Darm liegt. Was ich als freie Mündung ansprach, war der optische Querschnitt des nach

1) Berichte d. zoot. Anstalt in Würzburg 1849.

abwärts biegenden Gefässes. Budge, welcher gleichzeitig mit mir die Clepsine untersuchte, hatte hierin richtiger als ich gesehen [1]).

Dagegen sind meine Angaben über den Bau und gewisse Erscheinungen der Klappen im Rückgefäss, welche von Budge angezweifelt wurden [2]), in jüngster Zeit von Kupffer bestätigt worden [3]).

Ich hatte mitgetheilt, dass die Klappen aus Zellen bestehen und dass diese bei einigermaassen tumultuarischen Bewegungen des Rückengefässes sich lösen und im Blute fortgeschwemmt werden. Zuletztgenannter Forscher überzeugte sich von beidem und die Klappen einem weiteren sorgfältigen Studium unterwerfend kommt er zu dem Ergebniss, dass dieselben wohl nicht die mechanische Aufgabe haben, die normale Stromrichtung zu erhalten; sondern die Klappen seien Organe, welche die Blutkörperchen bereiten.

Ich bin sehr geneigt, diese neue Auffassung hinsichtlich der physiologischen Bedeutung genannter Gebilde der früheren Ansicht vorzuziehen; wenigstens erlaube ich mir darauf hinzuweisen, dass das, was ich vorhin über die Herkunft der in der Leibesflüssigkeit (Lymphe) bei Lumbriculus fluctuirenden Zellen bemerkt habe, schon ein Anfang dessen wäre, was nach Kupffer, wenn man will, in grösserem Maasstabe an den Klappen des Rückengefässes sich wiederholen würde.

System der Schleifenkanäle.

a) Von Phreoryctes.

Die unter diese Aufschrift zu stellenden Gebilde müssen zwar jedem Beobachter gleich auffallen, man mag das Thier mit freiem Auge, mit der Lupe oder mit dem Mikroskop betrachten; aber sich Rechenschaft über das nähere Verhalten zu geben ist sehr mühsam, und wer nicht die in Frage kommenden Organe an andern kleinen Lumbricinen oder von den Rotatorien her kennt, wird schwerlich an vorliegendem Wurm den obschon relativ massigen Theilen etwas abzugewinnen vermögen.

1) Verhandlungen des naturh. Vereins der preuss. Rheinlande 1849.

2) a. a. O S. 65.

3) Zeitschrift f. wissensch. Zool. XIV. Bd. 1864. (Kupffer, blutbereitende Organe der Rüsselegel.)

Besieht man sich das lebende Thier mit freiem Auge, so schimmern aus der Leibeshöhle durch die Haut abgerundete oder längliche Körper hindurch von meist grauer Färbung, welche im 9ten oder 10ten Ring schwach beginnend, gegen die Mitte des Leibes am entwickeltsten sind, dann allmählig nach hinten sich verkleinern, aber fast bis zum Schwanzende[1]) sich verfolgen lassen. Sie stehen in jedem Segment paarig und werden durch die Bewegungen des lebenden Thieres hin- und hergeschoben.

Werden die Körper isolirt und vor Druck bewahrt, so ergiebt sich hinsichtlich ihrer Gestalt, dass sie zierlich, fast manchettenartig gefaltet sind[2]). Ihr unteres Ende heftet sich an die Säcke der unteren Borsten; – ein Umstand, von dem man sich erst überzeugt haben muss, ehe man bezüglich der weiteren Structur einen Schritt vorwärts thun kann —, im übrigen flottirt die Masse frei in der Leibeshöhle.

Im Hinblick auf die Organisation der verwandten Lumbricinen durfte man von vorne herein vermuthen, dass man es, trotz dem abweichenden Aussehen mit einem Homologon der Schleifenkanäle, vielleicht in etwas abgeänderter Form, zu thun habe. Allein ich schwankte mehrmals in meiner Meinung; es schien mir, als ob die Massen nur einem Fettkörper zu vergleichen seien, als ob weder Kanäle noch ein Ausführungsgang des „Fettkörpers" vorhanden sei. Schliesslich bin ich aber durch wiederholtes Präpariren des Gegenstandes Herr geworden, so dass ich behaupten kann: die gelappten Fettmassen bergen in sich Windungen von Schleifenkanälen und diese münden an der Bauchseite zugleich mit den Säcken der Borsten aus[3]).

Betrachten wir jetzt das Einzelne.

Die gefalteten, weissgrauen Massen — wir wollen sie immerhin Fettkörper nennen — bestehen aus z e l l i g e n G e b i l d e n verschiedener Grösse und Form. Gerne sind sie von kolbenförmiger Gestalt. Ihr Hauptinhalt sind Fetttröpfchen, woher eben ihr weissliches Aussehen rührt. Am Rande quellen häufig grössere und kleinere Eiweisskugeln vor. Aber was mir sehr bemerkenswerth scheint: ausser den Fettkügelchen gewahre ich noch dunkle concre-

1) Taf. XVI, Fig. 3, d; Fig. 4, d.

2) Taf. XVII, Fig. 15, f.

3) Taf. XVII, Fig. 17.

mentartige Körperchen; keineswegs überall, am ehesten da, wo gegen die Mitte des Leibes der Fettkörper, besonders stark entwickelt ist. Sie scheinen den Concrementen, wie sie von mir zuerst im Fettkörper der Insecten erkannt wurden, zu entsprechen[1]).

Nimmt man aus dem lebenden Thiere einen solchen „Fettkörper" behutsam heraus und besieht denselben zunächst bei geringer Vergrösserung, so kann sich am Rande der lappig gefalteten Masse ein lichter Kanal im Innern[2]) abzeichnen, ganz von der Tracht der Wasserkanäle (Schleifenkanäle) bei andern Würmern und Rotatorien. Einmal aufmerksam geworden, kann man auch da dort und bei geändertem Verfahren ganze Strecken weit solche Kanäle, welche sich auch winden und durchschlingen, innerhalb der Körner- und Fettmasse verfolgen.

Mehr vom Zufall hängt es ab, ob sich Bilder einstellen, welche überzeugend darthun, dass innerhalb jenes Theiles des Fettkörpers, welcher sich den Follikeln der Bauchborsten anheftet, ein ebensolcher „Wasserkanal" herabsteigt und indem er sich blasenartig erweitert mit dem Follikel der Bauchborsten zugleich ausmündet. Am sichersten noch verhelfen zu solchen Ansichten Glycerinpräparate. Noch ist mir mehrmals aufgefallen, dass dieser Ausführungsgang einen braunkörnigen Inhalt besass; ob als Ausscheidung der erwähnten Concremente in den umgebenden Zellen?

Die Oeffnung der Kanäle in die Leibeshöhle zu erblicken gelingt nur an einer Stelle. Diess sind jene Schleifenkanäle, welche in der Gegend des vordern Leibesendes, näher bezeichnet in den Genitalsegmenten liegen. Dort ist die zellige Umhüllung der Kanäle, welche weiter nach rückwärts zum Fettkörper sich ausbildet, sehr schwach und einfach granulär; die Kanäle liegen dadurch freier und sowie ihr ganzes Aussehen jetzt mehr den Habitus wie bei kleinen Lumbricinen hat, so übersieht man nicht nur die Verknäuelungen besser, sondern ich habe auch hier die Mündung nach innen, in die Leibeshöhle, bemerken können. Sie erscheint als ein pantoffelförmiges Organ mit langen Wimpern. Es ist mir übrigens sehr wahrscheinlich, dass hier — an den Genitalsegmenten — die entwickelten mit innerem Flimmertrichter versehenen Schleifenkanäle die physiologische Bedeutung von Ausführungsgängen der Geschlechtsdrüsen haben, also eigentlich Eileiter vorstellen.

1) Taf. XVII, Fig. 16.
2) Taf. XVII, Fig. 17, b.

Ich bezweifle es sogar nicht wenig, ob die Schleifenkanäle im Fettkörper nach der ganzen Länge des Körpers wirklich in die Leibeshöhle münden. Wenn ich auch die negative Beobachtung, dass ich nur in der Genitalgegend pantoffelförmige Mündungsstellen gesehen habe, nicht allzuhoch anschlagen will, so bestärkt mich noch eine weitere Erfahrung in meinem Zweifel.

Andre Ringelwürmer nämlich, bei welchen die Mündung nach innen klar vorliegt, scheiden, wenn sie aus dem Feuchten ins Trockene gelegt werden, nach der ganzen Länge des Leibes etwas Feuchtigkeit ab, welche abgewischt, sich immer noch ein paarmal mit abnehmender Stärke erneuert. Dass diese Flüssigkeit durch die Schleifenkanäle aus der Leibeshöhle stammt, wird niemand bestreiten können. Aber wie verhält sich hierin Phreoryctes? Das lebende Thier aus dem Wasser gehoben und ins Trockene gebracht, lässt anfänglich aus der Afteröffnung etwas Flüssigkeit abgehen, aber sonst sickert aus dem Leib keine Feuchtigkeit ab, im Gegentheil, das Thier wird bald trocken und röthet sich bedeutend [1]).

b) Von andern Lumbricinen und Hirudineen.

Im Hinblick auf die schleifenförmigen Kanäle der Wirbellosen Thiere erhebe ich den Anspruch, dass die merkwürdigen Enden derselben nach innen in die Leibeshöhle nicht blos zuerst durch mich bekannt geworden sind, sondern dass ich auch deren einheitliche

---

1) Ein Individuum machte eine Ausnahme. Das Thier zwei- und dreimal auf einen trockenen Fleck gelegt, hatte doch bald nach und nach wieder Feuchtigkeit um sich, und diess Experiment liess sich lange fortsetzen bis die Feuchtigkeit auf null sank. Indem ich nun den hiebei sich lebhaft krümmenden und windenden Wurm mit der Lupe betrachtete, ergab sich, dass etwa einen Zoll aufwärts vom Schwanzende ein etwas mehr aufgeblähter Ring war mit einer Art von flacher Papille. Von hier floss sichtbar die Feuchtigkeit ab. Musste es aber schon auffallen, dass unter vielen Thieren nur eines diese Bildung an sich hatte, so überzeugte ich mich durch nähere Untersuchung, dass hier eine zufällige Bildung vorliege, indem der Ring verletzt war und die anscheinende Papille aufgewulstete Wundränder waren. — Dass auch Regenwürmer Wasser in grösserer Menge aufnehmen können, habe ich wiederholt an Thieren beobachtet, welche sich im Untersatz eines feuchtgehaltenen Blumentopfes einfanden. Die Leibeshöhle der frisch sich bewegenden Thiere war so prall mit Flüssigkeit gefüllt, dass die Würmer ein ganz ungewöhnliches, helles durchscheinendes Aussehen hatten. Zwischen den Fingern gehalten, entleerten sie das Wasser und indem sie einschrumpften, nahmen sie erst ihre gewöhnliche Tracht an.

Organisation bezüglich der Anneliden, Rotatorien und Synapten zuerst festgestellt habe.

Siebold[1]) hatte bei Nephelis ein rosettenförmiges, mit Wimpern besetztes Organ entdeckt von unbekannter Bedeutung; ich zeigte hierauf, dass auch bei Clepsine[2]) ein analoges Organ vorhanden sei. Dazumal wusste ich freilich so wenig als genannter Beobachter etwas über die weitere Bedeutung auszusagen, aber diess ist auch von keiner andern Seite her geschehen. Wohl aber kam ich dann durch fortgesetzte Untersuchungen zu der Ueberzeugung, dass die Organe nicht selbstständige Bildungen seien, sondern die inneren eigenthümlich geformten und erweiterten Mündungen der Schleifenkanäle. Nachdem ich mich in diesem Sinne an mehren Orten ausgesprochen[3]), habe ich später[4]) das Ganze nochmals zusammengefasst.

Was insbesondere die Lumbricinen betrifft, so habe ich an den schleifenförmigen Kanälen des gemeinen Regenwurmes, welche später von Gegenbaur so schön dargestellt wurden, ebenfalls zuerst die trichterförmig erweiterte mit langen Cilien geschmückte innere Oeffnung aufgefunden[5]). Von Saenuris gab ich die erste genauere Abbildung der Schleifenkanäle vom äusseren bis zum inneren Ende[6]). Ueber die Gattung Chaetogaster bemerkte ich, dass die Schleifenkanäle hier nicht wimpern, was, wie ich jüngst wieder sehe, vollkommen richtig ist. Ebenso habe ich bei dieser Gattung neuerdings wie früher eine nach innen führende Oeffnung vermisst, während die äussere deutlich vorhanden sich zeigt.

Aus meinen neuern Beobachtungen über den Bau in Rede stehender Organe beim gemeinen Regenwurm möchte ich noch folgendes ausheben.

Legt man einen frischen Regenwurm einige Zeit in Wasser, dem ein Paar Tropfen Essigsäure beigemischt sind, so hebt sich die Cuticula sehr leicht in grösserer Ausdehnung ab und man sieht an

1) Vergleichende Anat. 1848.

2) Bericht der zoot. Anstalt in Würzburg 1849.

3) Archiv f. Anat. u. Phys. 1852, S. 513; Zeitschrft f. wissensch. Zool. 1854, S. 82.

4) Histologie S. 391—393.

5) Zeitschrift f. wiss. Zool. 1852, S. 322.

6) Ebendas. 1851, S. 322, Taf. IX, Fig. 3.

solchen Hautlappen die Mündungen der Schleifenkanäle nicht nur als markirte Stellen, sondern — und dieses scheint mir eben bemerkenswerth — die Cuticula senkt sich auch als auskleidende Haut eine Strecke weit ins Innere des Kanals.

Untersucht man zweitens das Secret der schleifenförmigen Kanäle bei einem frischen Thier, so gewahrt man ausser den rundlichen Körnchen noch feine, stäbchenförmige Gebilde von vibrionenähnlichem Habitus. Sie verschwinden nach Zusatz von Essigsäure. Ich habe übrigens längst schon die gleichen Elemente am gleichen Orte von Haemopis angezeigt [1]. — Die Blutgefässe, welche die schleifenförmigen Kanäle umspinnen, besitzen sehr auffallende blasige Erweiterungen und ich überzeugte mich durch die verschiedensten Präparationsmethoden, dass dieselben normale Bildungen sind.

Besonderheiten bieten auch die Schleifenkanäle beim medicinischen Blutegel (Sanguisuga) und Pferde-Egel (Aulacostomum) dar. Schon früher war es mir merkwürdig, die bei verwandten Thieren, bei Nephelis, Clepsine, Branchiobdella so deutlichen offenen Enden der Kanäle in die Leibeshöhle (die flimmernden arabeskenförmigen Organe von vorhin) bei beiden genannten Egeln zu vermissen und obschon ich immer vergeblich danach suchte, war ich doch mehr der Meinung, dass sie dennoch vorhanden und sich nur dem Blicke entzögen. Daher drückte ich mich in meiner Histologie (S. 392) darüber so aus: „Bei den eigentlichen Blutegeln Hirudo, Aulacostomum sind diese flimmernden Oeffnungen noch nicht gesehen worden."

Ich habe aber jetzt die Ueberzeugung, dass bei Hirudo (Sanguisuga) und Aulacostomum (Haemopis) die Oeffnung in der That fehlt; beide Gattungen stimmen darin mit Chaetogaster überein, bei dem, wie oben hervorgehoben wurde, die fragliche Oeffnung ebenfalls bestimmt mangelt. Im Zusammenhang damit steht vielleicht auch, dass weder bei Chaetogaster noch den zwei genannten Egeln sich Wimperung im Kanale findet.

Es wurden nicht blos erwachsene Egel untersucht, sondern ich hatte auch Gelegenheit Embryonen aus dem Cocon des medicinischen Blutegels zu prüfen. Bei letztern waren die Schleifenkanäle noch von sehr lichtem Aussehen und erinnerten lebhaft an jene der Räderthiere. Man unterschied breitere und feinere Röhren, vielfach durcheinandergeschlungen, aber nirgends war auch nur eine Spur von

1) Zeitschrift f. wissensch. Zool. 1849. S. 119.

Wimperung oder eine Andeutung von einer inneren Mündung zu erblicken.

Fortpflanzungsorgane.

Ich muss nach meiner Erfahrung schliessen, dass die Geschlechtsthätigkeit nicht in den Frühling und Sommer, sondern in den Herbst und Winter fällt. Da ich nun die Thiere nur in der guten Jahreszeit untersucht habe, so traf ich die Generationsorgane nicht anders als im leeren und unreifen Zustande an.

Zuerst ist zu bemerken, dass unser Wurm keinen Gürtel (wenigstens nicht im Frühling und Sommer) hat. Aber auch die eigentlichen Fortpflanzungsorgane sind um diese Zeit schwierig zu erkennen.

Lange hatte ich ganze Thiere mit Lupe und Mikroskop besehen, ohne etwas von Geschlechtsdrüsen und deren Oeffnungen zu gewahren. Endlich von der Annahme ausgehend, dass die Lage der Geschlechtsorgane wohl eine ähnliche wie bei andern Lumbricinen sein werde, habe ich die Halsgegend (wenn ich diese Bezeichnung gebrauchen darf) von Neuem durchspäht und hier denn auch die gesuchten Theile angetroffen, aber wie schon gesagt in verkümmertem Zustande.

Ich sah zweierlei Gebilde. Einmal im 6ten, 7ten und 8ten Ring — wenn wir das Zählen an den mit Borsten versehenen Ringen beginnen — jederseits an der Bauchseite einen nach aussen geöffneten Blindsack.[1]) Man könnte die Lage dieser Organe auch so bezeichnen: in der Kopfgegend hinter dem Schlundkopf und Anfang des Magendarms. Die Säcke hatten ein leeres, zusammengefallenes Aussehen. Im blinden Ende lagen gelbliche Fettkugeln und Krümeln, wie man sie sonst bei Organen im Zustande fettiger Metamorphose zu sehen gewohnt ist. Ich vergleiche sie den S a m e n t a s c h e n, die ohne Zusammenhang mit den übrigen inneren Geschlechtsdrüsen erst von aussen bei der Begattung mit Samen gefüllt werden.

Weiter nach hinten, im 9ten, 10ten und 11ten Ring erscheinen ebenfalls paarige Organe von lappigem Umriss mit nach der Bauchseite gekehrtem Stiel.[2]) Sie erinnerten im Kleinen an die H o d e n

---

1) Taf. XVI, Fig. 2, g; Taf. XVIII, Fig. 27.
2) Taf. XVI, Fig. 2, h; Taf XVIII, Fig. 27.

von Lumbricus. Aber um die gegebene Zeit waren keine Zoospermien in ihnen vorhanden, sondern ihr Inhalt bestand lediglich aus hellen klaren Zellen.

Den Eierstock konnte ich nicht unterscheiden.

Als ausführende Kanäle betrachte ich die obenerwähnten gewundenen mit einem Flimmertrichter versehenen Schleifenkanäle der Geschlechtsgegend.

Parasiten des Phreoryctes.

Ich möchte endlich nicht übergehen, dass man an diesem Wurm, ganz ähnlich wie bei Lumbricus, nicht selten kleine Filarien antrifft, zusammengerollt im Innern der Organe. (Auch in der Leibeshöhle von Chaetogaster diaphanus habe ich öfters dieselben Filarien oder vielleicht richtiger Angiostomen gesehen.)

Dann stiess ich auch im Juni auf einen parasitischen Rundwurm, von relativ bedeutender Länge. Es waren mehre Individuen von Zolllänge, lebhaft weiss und schimmerten schon fürs freie Auge deutlich aus dem Innern des Wirths heraus. Sie hatten sich, wie die nähere Untersuchung ergab in den Fettkörper der Schleifenkanäle eingebohrt und schienen, nach dem Inhalt ihres Darmes zu schliessen, von den Fettkugeln zu leben. Der Parasit gehört zu Mermis. Das Einwandern in die Leibeshöhle mochte dem Thiere dadurch erleichtert sein, dass ich dem Wirthe vier Wochen zuvor, ohne dass dadurch sein Leben gefährdet gewesen wäre, ein vorderes Leibesstück abgeschnitten hatte und somit die Leibeshöhle von aussen zugänglich war. Zu einer weiteren Untersuchung dieses Mermithen bin ich nicht gekommen.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren aller drei Tafeln beziehen sich, ausser wo es anders bemerkt ist, auf Phreoryctes.

Tafel XVI.

Fig. 1. Phreoryctes Menkeanus, *Hofm.* in natürlicher Grösse.

Fig. 2. Kopfende von der Seite, mässig vergrössert.
a) Bauchmark.

b) Bauchgefäss;
c) Rückengefäss;
d) Schlundkopf;
e) Magendarm;
f) Säcke zur Aufnahme von Gefässschlingen;
g) Samentasche (weiter nach hinten noch zwei solche Organe);
h) Hoden (dahinter noch drei andere).

Fig. 3. Schwanzende von der Seite, mässig vergrössert.
a) Bauchmark;
b) Bauchgefäss;
c) Rückengefäss;
d) „Schleifenförmige Kanäle";
e) Enddarm.

Fig. 4. Querschnitt durch das ganze Thier, mässig vergrössert.
a) Haut;
b) Hautmuskelschlauch;
c) Leibeshöhle;
d) „Schleifenförmige Kanäle";
e) Nahrungskanal;
f) Bauchmark. — Bauch- und Rückengefäss und die vom erstern abgehenden Gefässschlingen sind schon durch die Farbe kenntlich.

Fig. 5. Anfang des Nervensystems und Nahrungskanals sowie Kopftheil des Rückengefässes. Starke Vergrösserung.
a) Obere Portion des Nervenschlundringes;
b) Von den Commissuren entspringende sog. sympathische Nerven und Ganglien. (Von dreien sind nur die Wurzeln gezeichnet.)
c) Bauchmark;
d) Gangliöse Anschwellungen gewisser Zweige der Seitennerven;
e) vordere } Portion des Schlundkopfes;
f) hintere }
g) Papillen am Eingang zum Schlundkopfe;
h) Zurückzieher des Schlundkopfes;
i) Portion des Hautmuskelschlauches;
k) Rückengefäss.

Fig. 6. Stück Bauchmark nach Behandlung mit Reagentien bei starker Vergrösserung und im optischen Längsschnitt.
a) äusseres } Neurilemm;
b) inneres }
c) Lager der Ganglienkugeln;
d) Fibrilläre Substanz;
e) Längszug in der Mittellinie.

Fig. 7. Schwanzende des Bauchmarkes bei starker Vergrösserung.

Fig. 8. Muskelelemente bei starker Vergrösserung.
A. Homogene, platte, gezackt randige, am Ende getheilt
B. Mit Scheidung in Rinde und Mark; Spur von Querstreifung.
C. Mit Sarkolemm, an dieser Faser die Querstreifung bedingend.

D. Unter dem Sarkolemm körnige Substanz mit Kernen. (Matrix des Sarkolemms.)

E. Ebenso. aber das Sarkolemm von der Fläche gesehen. (D und E nach Behandlung mit Kali bichromicum.)

Tafel XVII.

Fig. 9. Bauchseite eines Körperringes; starke Vergrösserung.
- a) Epithelzellen der Haut;
- b) einzellige Hautdrüsen;
- c) mediane Theilungslinie der Musculatur;
- d d) Muskeln der Stachelborsten.

Fig. 10. Die äussere Haut zusammensetzende Theile; starke Vergrösserung.
- A) Cuticula von der Fläche;
- B) Cuticula im optischen Durchschnitt;
  - a) Kanäle für die Hautdrüsen;
  - b) Einsenkung der Cuticula in den Follikel der Stachelborsten
- C) Epithelzellen:
  - a) von der Oberlippe;
  - b) aus der Mitte des Leibes;
  - c) eine einzelne solche Zelle von ihrer untern Fläche.
- D) Cuticula und Drüsen nach Essigsäure und Glycerin.

Fig. 11. Zur Kenntniss der Stachelborsten. Starke Vergr.
- A) Stachelborsten in verschiedenen Entwickelungsstadien.
- B) Hinteres Ende einer fertigen Borste:
  - a) Substanz der Borste;
  - b) Muskeln;
  - c) deren Sehnen.

Fig. 12. Zur Kenntniss der Hautdrüsen. Starke Vergr.
- A) Leibesrand in der Gegend eines Drüsengürtels von Phreoryctes Menkeanus:
  - a) Epithelzelle;
  - b) Ringmuskeln im optischen Querschnitt;
  - c) Hautdrüsen von der Fläche:
  - d) Hautdrüsen von der Seite; an der Basis mit einer Nervenfaser (?) verbunden.
- B) Vom Rand der Oberlippe bei Lumbricus olidus.
  - a) Epithelzellen;
  - b) Hautdrüsen; beide Elemente in natürlicher Lage;
  - c) einige Epithelzellen abgelöst; mit verästigtem Wurzelnerv;
  - d) eine Hautdrüse für sich; an ihr hinteres Ende setzt sich eine Nerven(?)-faser.

Fig. 13. Hautstück der Oberlippe, von der äussern Fläche und im frischen Zustande von Lumbricus agricola. Starke Vergr.
- a) Epithelzellen;
- b) Hautdrüsen;
- c) den becherförmigen Organen (?) der Hirudineen entsprechende Gebilde.

Fig. 14. Epithelzellen der Innenfläche des Darms von Phreoryctes Menkeanus.

Fig. 15. Aus dem senkrechten Querschnitt des genannten Wurmes. Starke Vergr.

a) Cuticula;
b) Matrix (Epithel);
c) Ringmuskeln;
d) Längsmuskeln;
e) zelliger Ueberzug der Leibeshöhle;
f) Schleifenkanäle tragender Körper; (entspricht Taf. XVI, Fig. 3, d; Fig. 4, d.)
g) Muskeln im Neurilemm des Bauchmarks.

Fig. 16. Zellen, isolirt, welche den Körper f der vorhergehenden Figur zusammensetzen. Starke Vergr.

a) Fetttröpfchen;
b) Concrementartige Bildungen.

Fig. 17. Schleifenkanäle in ihrem Verhalten zu den Follikeln der Stachelborsten. Starke Vergr.

a) Zellige Masse; (die Zellen sind gleich Fig. 16);
b) einzelne Züge des Schleifenkanals;
c) Schleifenkanal mit dunklerem, concrementartigem Inhalt;
d) blasenartige Erweiterung seines nach aussen führenden Endes;
e) Follikel der Stachelborsten.

Tafel XVIII.

Fig. 18. Rückengefäss. Starke Vergr.

A) Ein Längsstück, theilweise im zusammengezogenen Zustand:
  a) Tunica adventitia;
  b) Tunica muscularis;
  c) Tunica intima.
  d) Den Klappen der Rüsselegel vergleichbare Körper.

B) Ein Längsstück zum Theil von der freien Fläche, zum Theil im optischen Längsschnitt gesehen.
  a, b, c, d von derselben Bedeutung wie bei A.

C) Ein klappenartiger Körper (d) abgerissen, mit Fäserchen an dem einen Ende.
  a, b, c wie vorher.

Fig. 19. Bauchgefäss (A) mit Gefässschlinge (B) Starke Vergr.

a) Tunica adventitia;
b) Tunica intima.

Fig. 20. Zum Gefässapparat. Starke Vergr.

a) Sackartige Einstülpung in die Leibeshöhle, deren Gefässschlingen herausgequollen sind. (Entspricht Taf. XVI, Fig. 2, f)
b) Die frei gewordenen Blutgefässschlingen.

Fig. 21. Derselbe Sack mit den noch umschlossenen Blutgefässen.

Fig. 22. Zipfel einer solchen Blutgefässschlinge, um den Uebergang der T. adventitia (a) in gallertiges Bindegewebe (b) zu zeigen.

Fig. 23. Blutgefässschlinge vom Pferdeegel. Die „Zellen“ der Tunica adventitia sind zur „Leber“ (Brandt) geworden.

Fig. 24. Schnitt durch das Rückengefäss und das Nahrungsrohr von Phreoryctes Starke Vergr.
A) Rückengefäss:
a) Wand.
b) „Leberzellen", welche einen Theil der Tunica adventitia bilden.
B) Darm:
a) innere Epithellage;
b) Blutgefässe in der Tunica propria;
c) Musculatur;
d) Sog. Leber.

Fig. 25. Darmwandungen noch einmal und zum Theil etwas flächenhaft.
a) Netz der Blutgefässe in der Tunica propria;
b) Ring- und Längsmuskeln;
c) Sog. Leber.

Fig. 26. Hode (vergl. Taf. XVI, Fig. 2, h); starke Vergr.

Fig. 27. Samentasche (vergl. Taf. XVI, Fig. 2, g); starke Vergr.

Fig. 28. Ausmündungsstelle der Speicheldrüsen beim Pferdeegel:
A) Kieferfalte im Querschnitt;
a) Zähnchen derselben;
b) verschiedene Muskellagen.
B) Einzellige Drüsen mit ihren Ausführungsgängen.

Verbesserung.

Anstatt Hofm. und Hofmeister soll es überall heissen: H o f f m. und H o f f meister.

Ueber die epidermoidale Schicht der Froschhaut.

Vorläufige Mittheilung von

Dr. M. Rudneff aus St. Petersburg.

Während ich die Versilberungsmethode an lebendigen Thieren behufs der genaueren Bestimmung der Lagen- und Formverhältnisse der Epidermiszellen anwandte, habe ich in der Epidermis vom Frosch eigenthümliche Gebilde bemerkt, welche sich durch Silberlösung stark färben und welche bis jetzt weder beschrieben noch abgebildet worden sind. Um die fraglichen Gebilde am besten zu sehen, ist eine äusserst dünne Lösung von salpetersaurem Silberoxyd nothwendig. Die Lösung 1 pro 400 wirkt zu stark, so dass die Gewebe dadurch leicht zerstört werden. Deshalb bediente ich mich einer Lösung von 1 pro 1000 oder einer noch schwächeren. In diese Lösung bringe ich die Schwimmhaut des lebenden Frosches. In einer viertel oder höchstens halben Stunde tritt die Wirkung der Silberlösung in vollkommen genügender Weise auf. Um das Object nun zu untersuchen, braucht man nur ein paar Tropfen Weingeist in den Mund des Frosches einzuführen, um das Thier in einigen Minuten unbeweglich zu machen, so dass man ihm jede beliebige Lage geben kann. Man spannt nun die Schwimmhaut auf einen Objectträger und bedeckt sie mit einem kleinen Deckgläschen. Die Untersuchung lässt sich mit jeder beliebigen Vergrösserung ausführen. Unter dem Mikroskop sieht man die Grenzlinien zwischen den einzelnen Epidermiszellen sehr deutlich durch das Silber schwarz gefärbt. Ausser diesen Grenzlinien bemerkt man in ihrem Verlaufe eine Anzahl von schwarzen Körpern, die anfangs ihrer Grösse und Gestalt nach den Eindruck von gefärbten Kernen machen. Allein genauere Beobachtung zeigt, dass es sich keineswegs um gefärbte Zellkerne handelt; im Gegen-

theil. die Zellkerne sind jetzt an dem mit Silberlösung behandelten Objecte ebenso wenig sichtbar, wie es vor der Versilberung gewöhnlich der Fall ist. Die in Rede stehenden Körper haben ihren Sitz in der Regel **zwischen** den epidermoidalen Zellen, meistens längs der zwischen den Zellen aufgetretenen schwarzen Grenzlinien. Hie und da scheinen aber diese fraglichen Gebilde innerhalb der Epidermisplättchen eingebettet zu sein in der Art, als ob sie das Plättchen durchbohrten und die dadurch entstandene Lücke ausfüllten. In diesem letzten Falle sehen die Körper so aus, als seien sie die Kerne der Plättchen. Will man sich aber von dem Vorhandensein des wirklichen Kerns in einer solchen Epidermiszelle überzeugen, so braucht man nur das Stück der Haut herauszuschneiden, um mittelst der bekannten Reagentien den Kern der Zelle sichtbar zu machen. Auf diese Weise überzeugt man sich leicht, dass die Kerne aller Epidermiszellen überhaupt nichts mit den schwarzen Körpern gemein haben und von der Silberlösung unberührt bleiben. Die Zahl der schwarzen Körper anlangend, so ist sie in der Schwimmhaut sowohl als in der Haut der Bauches ziemlich gross; in einer Linie, welche eine Epidermiszelle begrenzt, sieht man bald 2 bald 3 oder 4 schwarze Körper.

Nachdem ich die fraglichen Körper an den mit Silber behandelten Präparaten erkannt hatte, konnte ich dieselben auch an den nicht behandelten Schwimmhäuten sehen; hier zeigen sie sich genau so wie Kerne, und wurden denn auch bisher für Zellkerne gehalten, während sowohl die wirklichen Zellkerne, als auch die Grenzen der Zellen an den lebendigen Häuten so gut wie gar nicht zu sehen sind. Die betreffenden Gebilde sind bei den lebendigen Thieren ziemlich deutlich ausgesprochen, indem sie eine stark lichtbrechende Beschaffenheit besitzen und eine rundliche oder ovale Gestalt nebst einem gleichmässig homogenen Aussehen darbieten.

Um sich ein Urtheil über die Natur dieser Körper zu verschaffen, bedarf man der Darstellung derselben im isolirten Zustande, zu welchem Zweck mit Erfolg das Iodserum oder die Chromsäurelösung (I gran auf ℥j aq.), nämlich für die mit Silber nicht behandelten Hautstücke, benutzt werden. Nach 2- oder 3tägigem Maceriren erhält man, obwohl nicht gerade sehr leicht, durch Zerzupfen die fraglichen Körper isolirt. Diese Darstellung ist deswegen nicht leicht, weil die zu untersuchenden Gebilde mit den Elementen aus den tieferen Schichten der Epidermis verwechselt werden können, wenn

auch nach der Form beide von einander verschieden sind; beim Zerzupfen aber wird die eigenthümliche Form der fraglichen Körper meistens verändert. Gelingt es den Körper unversehrt darzustellen, so zeigt er eine kolbenförmige Gestalt von 0,019 mm. lang; man kann dabei einen angeschwollenen Theil (Basis) von 0,009 mm. Dicke und einen dünneren Hals unterscheiden. Wenn man einen solchen unversehrten Körper in Verbindung mit einigen Epidermiszellen oder an den senkrechten Schnitten respective in seiner natürlichen Lagerung vor sich hat, so überzeugt man sich aus den morphologischen Verhältnissen, dass der kolbenförmige Körper mit seinem angeschwollenen Theil nach unten liegt und das Ende des Halses nach aussen gekehrt ist und meistens frei an der Oberfläche der Epidermis hervortritt. Doch kommt es auch vor, dass der Hals mit seinem Ende die Oberfläche nicht vollkommen erreicht und unter der äussersten Schicht der Epidermisplättchen liegt. Die Gestalt der Körper ändert sich manchmal so, dass der kolbig angeschwollene Theil an seinem Ende mit einem kurzen, zugespitzten Ausläufer versehen erscheint und der Körper im Ganzen mehr eine spindelförmige Figur zeigt. Ein anderes Mal findet man am unteren Ende 2—3 Fortsätze, wie H. Müller [1]) an den Kolben von Petromyzonten abgebildet hat, und der ganze Körper bietet die Gestalt eines Stäbchens dar.

Durch Zusatz von Essigsäure erkennt man in den betreffenden Gebilden die zellige Natur. Bei der Behandlung mit verdünnter Essigsäure wird nämlich die glänzende, homogene Masse blass und durchsichtig; und in dem angeschwollenen Theil des Kolbens kommt ein verhältnissmässig grosser Kern zum Vorschein, der ziemlich scharf contourirt, bald vollkommen durchsichtig, bald granulirt erscheint. Das den Kern umgebende Protoplasma verhält sich offenbar als eine eiweissartige Substanz, indem es durch Essigsäure nach und nach blass wird. Durch Jod wird es intensiv gelb gefärbt, in Kalilauge quillt es auf; durch Carminlösung färbt es sich hell roth.

Bei der Behandlung mit Silberlösung färbt sich intensiv schwarz nur das auf der Oberfläche frei stehende Ende des Halses und zwar mit einer auffallenden Schnelligkeit, so dass die Gebilde häufig in der äusserst schwachen Lösung von salpetersaurem Silberoxyd bereits schwarz gefärbt werden, während noch keine Spur von Färbung oder Ablagerung der schwarzen Körnchen zwischen den Epidermis-

1) Würzburger nat. Zeitschrift. 1864. Bd. V. S. 43.

zellen eingetreten ist. Hier möchte ich hinzufügen, dass die Färbung durch Silberlösung nicht nur an den lebendigen Thieren, sonpern auch an den todten aber frischen Theilen der Haut hervorgerufen werden kann, und dass die betreffenden Körper sogar in sehr frühen Perioden des Lebens beim Frosch vollkommen vorhanden sind.

Es fragt sich, wie diese zelligen Gebilde in der Epidermis gedeutet werden müssen, ob sie der Haut als dem Organ des Gefühls angehören, wie etwa die von Prof. M. Schultze [1]) in den anderen Sinnesorganen beschriebenen Bestandtheile der epithelialen Schicht, ob sie in diesem Sinne etwa denjenigen Gebilden entsprechen, mit denen die von Hensen [2]) in der Froschepidermis gesehenen Nervenfasern in Verbindung stehen sollen, oder vielmehr derjenigen Natur sind, wie die Körper, welche von M. Schultze [3]), Kölliker [4]) und H. Müller [5]) bereits in der Epidermis bei Petromyzonten beschrieben worden sind und zuletzt, in wie weit sie in anderen Thierklassen vorkommen, — alle diese Fragen hoffe ich durch weitere Untersuchungen zu lösen, worüber ich nächstens ausführlich berichten und die betreffenden Abbildungen beifügen werde.

---

1) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut etc. Halle 1862. p. 5. 7 ff.

2) Arch. für patholog. Anat. 1864. S. 51.

3) Arch. f. Anat. und Physiol. 1861. S. 228.

4) Würzburg. Naturw. Zeitschr. 1860. S. 6.

5) l. c.

Weitere Mittheilungen über die Einwirkung der Ueberosmiumsäure auf thierische Gewebe.

Von

M. Schultze und **Dr. M. Rudneff.**

Die Beobachtungen über die Einwirkung der Ueberosmiumsäure auf die Elementartheile der Leuchtorgane von Lampyris splendidula, über welche der eine von uns in diesem Archiv Heft 1 pag. 132 ff. berichtet hat, sind mit einer Lösung dieser Säure in Wasser gewonnen, deren Concentrationsgrad nur sehr ungefähr bekannt war. Die wieder beginnende Flugzeit der Lampyris veranlasste uns, die mittlerweile eingetroffenen Vorräthe trockner Säure in uns bekannten, verschiedenen Concentrationsgraden zunächst wieder in ihrer Einwirkung auf die Leuchtorgane zu prüfen, um vor allen Dingen festzustellen, was für Lösungen die geeignetsten sein möchten, um bei weiteren auch auf andere leuchtende Insecten auszudehnenden Untersuchungen zu Grunde gelegt zu werden. Bei Gelegenheit dieser Versuche stellte sich denn, wie hier zunächst berichtet werden soll, heraus, dass eine bezüglich der Concentration der Lösung und der Dauer der Einwirkung sorgfältiger überwachte Durchforschung der Leuchtorgane männlicher Lampyris splendidula die Tracheenendigung noch etwas genauer kennen lehrt und etwas anders erscheinen lässt, als an der erwähnten Stelle beschrieben worden ist. Bei Anwendung sehr dünner Lösungen (1 : 1000), wie wir sie zuerst verwandten, stellte sich nämlich heraus, dass auch nach mehrtägiger Einwirkung diejenigen Gebilde, welche am angeführten Orte als Tracheenendzellen bezeichnet wurden, erst sehr wenig schwarz gefärbt waren, dass dagegen eine Tracheenverästelung jetzt zum Vorschein kam, von welcher im frischen Zustande Nichts zu sehen

ist. Diese Verästelung besteht darin, dass das Aestchen welches mit Luft gefüllt gewöhnlich bis beinahe an die Tracheenendzelle heranreicht, an dieser angekommen nicht einfach in dieselbe übergeht, sondern sich zunächst an ihr verästelt. Die Verästelung wird in schwarzen Linien sichtbar auf dem Hintergrunde des nur wenig gefärbten sternförmigen Körpers, muss aber der Beobachtung entgehen, wenn, wie in den früher abgebildeten Fällen, dieser Körper durch und durch schwarz gefärbt ist. Die Verästelungen kommen so zu Stande, dass 4—8 anfänglich weitere, im Verlauf sich allmählich verschwindend dünn ausziehende Aestchen von einem Punkte des Stämmchens ausstrahlen, und wie eine auf einem kugligen Körper ausgebreitete Hand den Körper der sogenannten Tracheenendzelle umgreifen. Dabei ist der Anfang dieser feinen Aestchen manchmal ampullenartig erweitert. Meistens laufen dieselben unverästelt aus, doch kommt auch eine ein- oder zweimalige Theilung vor. An dem blass gefärbten unterliegenden Körper sind anfänglich keine Ausläufer wahrzunehmen. Beginnen diese letzteren eine Osmiumfarbe anzunehmen, so tritt jetzt deutlich hervor, dass je ein feiner Tracheenast diesen Ausläufern folgt und wie ein tief schwarzer Axenfaden in ihnen verläuft. Ob der Tracheenast wirklich im Innern des Ausläufers liegt ist freilich schwer zu entscheiden. Man könnte die betreffende Stelle deuten, als wenn eine zarte Scheide des Tracheenästchens sich zu einem blasigen Körper ausgeweitet habe genau an der Stelle, wo das plötzliche Zerfallen der Aestchen in die feinen Endverästelungen statt hat. Jede der letzteren würde dann von einer Fortsetzung dieser Scheide umhüllt sein. Dass es den Eindruck macht als läge der Anfang dieser Endverästelung ausserhalb des blasigen Körpers, müsste darin seinen Grund haben, dass die Ausweitung der Scheide nur nach einer Seite hin stattgefunden hätte. Bei solchem Zustandekommen der eigenthümlichen Bildung würde es freilich zweifelhaft, ob die Blasen die Bedeutung von Zellen hätten. Im Groben würden sie sich etwa mit den aus den Milzarterienscheiden sich entwickelnden Malpighi'schen Körperchen der Milz vergleichen lassen. Kerne haben wir in ihnen nicht deutlich erkennen können. Die ampullenartige Erweiterung einzelner Tracheenäste, deren Erwähnung gethan wurde, könnte zu Verwechselungen mit Kernen Veranlassung geben.

Die Osmiumfärbung tritt also zuerst an den vorher ganz unsichtbaren, weil nicht mit Luft gefüllten Tracheenenden auf, sodann

erst an den sternförmigen Körpern, an oder in denen die Tracheenverästelung stattfindet, und ganz zuletzt und spät an den sogenannten Parenchymzellen der Leuchtorgane. Das erste Stadium der Färbung war bei den früheren Versuchen unbekannt geblieben.

Zu einer intensiveren Färbung reicht die tausendmalige Verdünnung auch bei langdauernder Anwendung nicht aus. Wir bedienten uns zu einer solchen der 200—500fach verdünnten Säure. Jedoch bemerkt man auch bei Anwendung dieser Flüssigkeiten bei einzelnen Individuen der lebendig eingelegten Thiere nur die ersten Grade der Färbung. Es wird noch auszumitteln sein, ob, wie es wahrscheinlich ist, die Intensität des Leuchtens der eingelegten Thiere, und die Widerstandsfähigkeit gegen die giftige Wirkung der Ueberosmiumsäure auf die Schnelligkeit und den Grad der Färbung von Einfluss ist. Eine Conservirung leuchtender Insecten durch längere Zeit, etwa mehrere Monate, ist überhaupt aber in der Osmiumsäure nicht zu erreichen. Es tritt bald Erweichung und Zerstörung der Gewebe ein, so dass endlich nur die schwarzgefärbte Chitinhaut mit Resten innerer Organe gefüllt übrig bleibt. Wenn es sich daher um längere Aufbewahrung handelt, etwa in anderen Ländern in Osmiumsäure eingelegter leuchtender Insecten, so würde immer anzurathen sein, nach acht- bis vierzehntägiger Einwirkung der Osmiumsäure die Thiere in Alcohol zu bringen, in welchem sich die Osmiumfärbung in voller Intensität erhält. Um die im Leuchtorgane von Lampyris die mikroskopische Untersuchung störenden Ablagerungen harnsauren Salze zu entferne nund das Präparat durchsichtig zu machen, bedient man sich am passendsten der Kalilauge.

Bei Behandlung verschiedenartiger Gewebe höherer Thiere mit Lösungen von Ueberosmiumsäure in Concentrationen von 1 : 100—1 : 1000 sind uns mancherlei interessante Resultate aufgestossen, die zu einer weiteren Verwendung dieser Säure bei histiologischen Untersuchungen in Thier- und Pflanzenreich anregen. Durch eine auch im verdünnten Lösungen sehr schnell auftretende schwarze Färbung sind vor allen anderen Gewebsbestandtheilen die F e t t e ausgezeichnet. In einem Läppchen fetthaltigen Bindegewebes färben sich alle Fettzellen der Oberfläche in ihrem Inhalte, soweit derselbe aus Fett besteht, schon nach wenigen Minuten braun bis schwarzbraun oder blauschwarz, und isolirte Fetttropfen desgleichen. Grössere Fetttropfen oder Fettzellen werden vollkommen undurchsichtig, bei kleineren nimmt die Intensität der Farbe ab, bis endlich bei molekulär kleinen

Fettkörnchen die Farbenveränderung nicht mehr wahrzunehmen ist. Mischt man einen Tropfen Milch mit einem Tropfen concentrirter Osmiumsäurelösung (1:50) auf dem Objectträger, so färben sich in kurzer Zeit alle Milchkügelchen blauschwarz oder braun. Nur bei den kleinsten ist die Osmiumfärbung nicht zu erkennen.

Nächst den Fetten ist es das Nervenmark, welches ausserordentlich schnell die Osmiumfärbung annimmt und zwar ähnlich an Spiritus- und Chromsäurepräparaten, wie im frischen Gewebe. Doch tritt auch hier wie beim Fettgewebe eine Imbibition in die Tiefe dickerer Gewebspartien nur in geringem Grade ein, so dass sich die Färbung nur auf die oberflächlichen Schichten beschränkt. Ein frisch aus dem Thier genommener Nervenstrang färbt sich in einer Lösung von 1:500 in einer Viertelstunde auf der Oberfläche tief blauschwarz. Nerven von der Dicke einer Stricknadel müssen mehrere Stunden liegen um durch und durch gefärbt zu werden, in noch dickere Stränge dringt die Säure kaum bis in das Centrum. Das Zwischenbindegewebe färbt sich nicht oder nur wenig gelblich, wird aber leicht spaltbar, so dass sich die gefärbten Nervenprimitivfasern leicht isoliren lassen, wozu eine gewisse Härte und Festigkeit, welche dieselben in der Ueberosmiumsäure annehmen, das ihrige beiträgt. Eine Gerinnung des Nervenmarkes in der gewöhnlichen Weise tritt dagegen nicht ein, dasselbe behält ein homogenes Ansehen oder zeigt sehr blasse Andeutungen fein kugliger Structur. Seine Brüchigkeit erleichtert dagegen die Isolirung des ebenfalls erhärteten aber nicht oder nur blass gelblich gefärbten Axencylinders.

Da fibrilläres Bindegewebe und Muskelsubstanz sich in der Osmiumsäure nur sehr langsam oder bei zeitiger Unterbrechung der Säurewirkung gar nicht färben, kann die Osmiumsäure ein erwünschtes Mittel abgeben zur Erkennung der Nervenfaser in genannten Geweben. Minder günstig ist der Erfolg in sehr zellenreichen Gebilden wie Zahnpulpa oder in der Marksubstanz der Nebenniere. In diesen nimmt nämlich sehr bald auch das Protoplasma der Zellen eine dunklere Farbe an und verdeckt so die blauschwarzen Nervenfasern. Namentlich in der Marksubstanz der Nebennieren tritt die Desoxydation mit grosser Energie auf, so dass ein Querschnitt frischer Nebennieren z. B. des Rindes, welcher eine braune Rinde und ein helles Innere zeigt, in der Osmiumsäure sehr bald wie in Chromsäure ein dunkles Innere und eine hellere Rindensubstanz darbietet.

Von grossem Werthe für die Kenntniss des Verlaufes markhaltiger Fasern dürfte dagegen die Ueberosmiumsäure in ihrer Anwendung auf die Centralorgane des Nervensystems werden. Dünne Schnittchen in der gebräuchlichen Weise erhärteter Rückenmarke oder Gehirne färben sich in kurzer Zeit der Art, dass alle Theile der sogenannten weissen Substanz schwarz werden. während die graue Masse lange ungefärbt bleibt. Bündel markhaltiger Fasern, welche in der grauen Substanz eingeschlossen liegen. oder einzelne dergleichen Fasern. welche vorher kaum erkennbar waren, treten jetzt mit grosser Schärfe hervor. und erhalten sich auch bei dem Einschluss durchsichtig gemachter Schnitte in Balsam schwarz. Die Durchmesser der Fasern lassen sich mit grosser Bestimmtheit abschätzen und messen. Immer aber zeigen sich die Axencylinder anfangs ungefärbt. bis eine viele Stunden lang fortgesetzte Einwirkung der Osmiumsäure auch sie endlich schwarz tingirt Durch vorgängige Imbibition mit Carmin und nachherige Anwendung der Osmiumsäure erhält man äusserst zierliche und instructive Bilder. Es liegt auf der Hand, dass sich mit Hülfe dieser Färbemethode eine Anzahl wichtiger Fragen wird lösen lassen und dass der Osmiumfärbung in der Anatomie des Hirns und Rückenmarkes eine grosse Zukunft bevorsteht.

Es wurde schon erwähnt. dass fibrilläres Bindegewebe der Osmiumfärbung widersteht, dasselbe gilt von dem gallertigen Bindegewebe. von der Grundsubstanz des Knorpels. von der Cornea. und anderen verwandten Substanzen. Allerdings bezieht sich diess nur auf ein kürzeres Einlegen, wie es hinreicht. die erstgenannten Gewebe tief schwarz zu färben. Nach langer Einwirkung der Säure treten auch in den genannten Grundsubstanzen Färbungen auf, namentlich auch in dem spongiösen Bindegewebe. So kann die Osmiumfärbung mit Nutzen verwandt werden. die groben Netze der Müller'schen Fasern der Retina, namentlich auch ihren Antheil an der Bildung der membrana limitans interna zu demonstriren. Lösungen der gedachten Säure von 1:300 bis 1:500 sind ausserdem vortrefflich geeignet die Retina zum Zerzupfen vorzubereiten. Alle Schichten derselben färben sich nach mehrstündigem Einlegen allmählich und etwas verschieden. Aber die Nervenfaserschicht nimmt, als aus nackten Axencylindern bestehend, keine besonders intensive Färbung an. Nur beim Kaninchen, welches bekanntlich markhaltige Nervenfasern in zwei weissen Büscheln in der Retina besitzt. treten diese schon sehr früh als dunkelschwarze Bündel hervor. Höchst beachtenswerth ist die That-

sache, dass die Stäbchen der Retina vom Frosch in ihrem der Chorioides zugewandten, peripherischen, stark glänzenden Theile wie Nervenmark schnell schwarz werden, während der centrale körnige Theil in ganz gleicher Weise scharf abgesetzt, wie die von mir gegebenen Abbildungen in Fig. 4 meiner Abhandlung „de retinae structura, etc." ungefärbt bleibt; eine interessante Bestätigung der auch sonst vermutheten Verwandtschaft zwischen Nervenmark und Stäbchensubstanz. Unerwarteter Weise verhalten sich die Stäbchen der Säugethiere und des Menschen abweichend, indem uns wenigstens bei frischen Präparaten von Rind und Kaninchen und bei gut erhaltenen Stäbchen der in Müller'scher Flüssigkeit conservirten menschlichen Retina die Stäbchen ungefärbt blieben, und erst spät, wenn die übrigen Schichten eine grauschwarze Farbe angenommen hatten, in ihrem körnigen Theil Osmiumfärbung zeigten.

Quergestreifte Muskelfasern nehmen langsam eine bräunliche Farbe an, ohne dass ein auffallender Unterschied der beiden in der Art ihrer Lichtbrechung so verschiedenen Substanzen zu bemerken wäre. Rothe Blutkörperchen färben sich auch nach langer Zeit fast gar nicht, und konnten wir hier Unterschiede des arteriellen und venösen Blutes nicht auffinden. Die farblosen Körperchen des Blutes nehmen dagegen eine ziemlich tief schwarze Farbe an. Die Färbung des Protoplasma lässt sich auch an den Eiterkörperchen beobachten, tritt aber ganz besonders deutlich in embryonalen Geweben hervor, für deren Studium die Osmiumsäure wieder sehr lohnend zu werden verspricht.

In pflanzlichen Geweben sind es neben den fetten Oelen besonders die Gerbstoffe, welche ausserordentlich schnell reducirend wirken, so dass die mit ihnen gefüllten Zellen an dünnen, in starke Lösung der Säure eingelegten Schnitten schon nach wenigen Minuten durch tief schwarze Färbung ausgezeichnet sind. Das Protoplasma färbt sich langsamer. Gar nicht oder nur sehr schwach reduciren Amylum, Zucker, Cellulose und Chlorophyll.

Die Nobert'schen Probeplatten.

Von

M. Schultze.

Herr Nobert in Barth (Pommern) fertigt jetzt seine mit Recht so berühmten Testplatten in einer neuen Form, von der mir drei Exemplare vorliegen. Dieselben sind mit 19 Liniengruppen gezeichnet von $\frac{1}{1000}'''$ bis zu $\frac{1}{10000}'''$ Abstand, und schreiten in ihrer Theilung wie folgt fort: 1ste Gruppe = $\frac{1}{1000}'''$, 2te = $\frac{1}{1500}'''$. 3te = $\frac{1}{2000}'''$, 4te = $\frac{1}{2500}'''$ u. s. w. 18te = $\frac{1}{9500}'''$, 19te = $\frac{1}{10000}'''$. Die älteren Platten mit 30 Gruppen reichten von $\frac{1}{1000}'''$ bis zu $\frac{1}{8000}'''$, ihre Unterschiede waren also geringer. Der Vortheil, welchen dieser Umstand bieten mochte, wird mehr als aufgewogen 1) durch die feinere Theilung in den letzten Gruppen der neuen Platten, 2) durch die Bequemlichkeit der Bestimmung des Abstandes der Linien von einander nach dem neuen System und 3) dadurch, dass bei der neuen Theilung wegen des grösseren Unterschiedes in der Entfernung der Linien zunächst benachbarter Gruppen eine Meinungsverschiedenheit über die Auflösbarkeit einer oder der anderen Gruppe mittelst eines bestimmten Sytems nicht so leicht vorkommen kann. Allerdings wird unter Umständen, wenn es sich nämlich um die Bestimmung sehr geringer Verschiedenheiten zwischen zwei Linsensystemen handelt, die ältere in 30 Gruppen getheilte Platte neben der neuen mit Vortheil in Anwendung gezogen werden können.

Die drei mir vorliegenden Platten sind nach Herrn Noberts Angabe mit drei verschiedenen Diamanten geschnitten. Wegen grosser Schärfe derselben sind an einigen Stellen die gröberen Linien ausgesprungen, doch nur in den ersten drei Gruppen. Die Linien der übrigen sind untadelhaft gleichmässig gezogen, und was von höchster

Bedeutung und fast unbegreiflich erscheint, in allen drei Platten so übereinstimmend in der Schärfe, dass bei Vergleichung derselben mittelst eines und desselben starken Systemes ein Unterschied in der Deutlichkeit jedenfalls nirgends so auffallend hervortritt, dass nicht in allen drei Exemplaren bei gleicher Beleuchtung auch dieselbe Gruppe als die Grenze der Leistungsfähigkeit des angewandten Systems erscheint.

Diese Grenze lässt sich bei gradem, centrischem Licht und Anwendung einer engen Blendung, also unter Umständen wie man mit starken Vergrösserungen zu arbeiten pflegt, mit grosser Schärfe bestimmen, und gibt ein vortreffliches Mass für die Leistungsfähigkeit eines Systems überhaupt, nicht nur etwa, wie man wohl hin und wieder behaupten hört, nur für trockne Objecte, wie z. B. Diatomeenschaalen, sondern für jede Art zartester Structurverhältnisse auch feuchter Elementartheile thierischer oder pflanzlicher Gewebe. Schwieriger und jedenfalls weniger interessant ist der Vergleich verschiedener Systeme in ihrer Leistungsfähigkeit bei schiefer Beleuchtung, welche natürlich stets die Auflösung einiger höherer Gruppen ermöglicht als die centrische. Ich pflege daher, zumal die schiefe Beleuchtung bei Untersuchung feuchter Objecte nur in äusserst seltenen Fällen Nutzen bringt, die Prüfung auch mit den Nobert'schen Testplatten nur mit centrischem Lichte vorzunehmen. Für solches aber sind sie ein unvergleichliches Probeobject, dem man nur eine möglichste Verbreitung wünschen kann.

Von den neuen Nobert'schen Testplatten löste bei gutem Tageslicht bei centrischer Beleuchtung und enger Blendung

Hartnack, Immersionssystem No. 10	die 9te Gruppe
Merz, Immersionssystem $\frac{1}{24}$	die 9te „
Nobert, Immersionssystem	die 8te „
Amici, ein Immersionssystem, welches ich im Jahre 1859 direct bezog	die 8te „
Merz, System 4 ($\frac{1}{15}$) ohne Immersion	die 8te „
Merz, ein anderes System $\frac{1}{15}$ mit Immersion . .	die 8te „
Hartnack, System 9 ohne Immersion	die 7te „

Merz, System 2 ($\frac{1}{12}$) . . . . die 7te Gruppe
doch weniger deutlich als Hartnack 9.

Zeis, System F . . . . die 6te „
die 7te kaum.

Hartnack, System 8 . . . . die 6te „

— — System 7 . . . . die 6te „

Zeis, System E . . . . die 5te „

Bei schiefem Licht bin ich mit den besten Systemen bis zur 15ten Gruppe gekommen.

Pleurosigma angulatum, dessen Liniensysteme oder sechseckige Punkte für centrisches Licht ein gutes Probeobject sind, wird bei grader Beleuchtung vollständig befriedigend in allen, auch den kleineren Exemplaren, nur von Systemen gelöst, welche die 8te bis 9te Gruppe zeigen. Die grössten Exemplare entsprechen in Bezug auf Schwierigkeit der Lösung etwa der 7ten Gruppe. Sieht man diese auf der Nobert'schen Platte bei centrischem Licht mit voller Deutlichkeit, so ist man sicher unter denselben Verhältnissen auch die Punkte auf grossen Pleurosigma angulatum zu erkennen.

Bonn, Druck von Carl Georgi.

Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwicklung.

Von

F. Schweigger-Seidel.

Hierzu Taf. XIX.

Die geformten Bestandtheile des Samens, — welche am besten und unverfänglichsten als Samenkörperchen bezeichnet werden —, hat man bekanntlich längere Zeit hindurch für individuell belebte Wesen angesehen; man schrieb ihnen eine der thierischen Natur entsprechende innere Organisation zu und hielt die an ihnen wahrnehmbaren Bewegungen für willkührliche. Beide Ansichten konnten sich der weitergehenden Forschung gegenüber nicht halten, und war es unter andern besonders Kölliker, welcher im Jahre 1841 durch ausgedehnte Untersuchungen und strenge Prüfung des vorhandenen Beobachtungsmaterials den »Samenthierchen« diejenige Stellung anwies, welche ihnen zukommt [1]).

Sie waren von nun an eben weiter nichts als einfache Elementartheile des Organismus. Ihre Bewegung wurde mit der Wimperbewegung identificirt und grade im Gegensatz zu den früheren Annahmen besonderer Structurverhältnisse stellte man die Homogenität der Gebilde in den Vordergrund. Man unterschied zwar nach

1) Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere, nebst einem Versuche über das Wesen und die Bedeutung der sogen. Samenthiere. Berlin 1841. Unter den übrigen Arbeiten Kölliker's verweise ich besonders auf die letzte ausführliche in der Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie 1856 Bd. VII S. 201. Die nachfolgenden Citate beziehen sich sämmtlich auf diese Arbeit.

wie vor Kopf und Schwanz, aber der eine Abschnitt hatte vor dem anderen nur die grössere Breite voraus.

Diesen Satz von der Homogenität der Samenkörperchen, durch die Angaben Kölliker's über die Entwicklung derselben aus Zellkernen allgemein gültig geworden, kann ich neueren Untersuchungen zu Folge nicht anerkennen. Die Substanz, aus welcher die Samenkörperchen gebildet sind, ist keine gleichmässige, sondern zeigt constant an verschiedenen Stellen charakteristische Eigenthümlichkeiten und zerfallen hiernach diese anscheinend einfachen Körperchen in mehrere durch Form und chemisches Verhalten wohl unterscheidbare Abschnitte.

Bereits im Mai d. J. berichtete ich über meine Beobachtungen im Verein für prakt. Medicin zu Halle und war im Weiteren einzig bemüht, verschiedene Repräsentanten der Wirbelthierklassen zu untersuchen, um die Allgemeinheit meines Fundes zu prüfen und seine Bedeutung zu erhöhen. Leider konnte ich von Fischen bis jetzt keine brauchbaren Exemplare erlangen, wesshalb ich mich mit dem begnügen musste, was ich bei Amphibien, Vögeln und Säugethieren ermitteln konnte. Die besonderen Abschnitte werden hiervon Nachricht geben.

Zuvörderst erlaube ich mir aber einige allgemeine Bemerkungen über die Art und Weise der Untersuchung voranzuschicken. Es ist natürlich, dass es mir vor allen Dingen darauf ankommen musste, die durch eine genaue Betrachtung der Samenkörperchen erkannten einzelnen Abschnitte in ihrem Verhalten gegen verschiedene Reagentien zu erforschen, um sie besser demonstriren und ihre besonderen chemischen Eigenschaften beweisen zu können. In dieser Beziehung war bis jetzt wenig geschehen; denn obgleich der sichtbare Einfluss einzelner Stoffe auf die Samenkörperchen bekannt geworden war (Kölliker, Ankermann) [1], so hatte man sich doch um die näheren Vorgänge bei den Veränderungen nicht bekümmert und gerade auf diese kam es mir an. Zudem sind die Samenkörperchen im Grossen und Ganzen wenig veränderlich, die Zahl der beeinflussenden Mittel ist also gering. Ferner walten Verschiedenheiten ob zwischen den Säugethier-Spermatozoiden unter sich und

1) Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie 1856 Bd. VIII S. 129. »Einiges über die Bewegung und Entwicklung der Samenfäden des Frosches.«

denjenigen der übrigen Thiere (Kölliker), und war daher auf constante und durchgreifende Erscheinungen von vornherein nicht sehr zu rechnen.

Wenn es sich darum handelte, die Samenkörperchen in ihrem natürlichen Verhalten zu beobachten, so brachte ich entweder den Samen direct auf das Objectglas, namentlich wenn er ejaculirt, oder ich nahm zur Verdünnung eine andere Körperflüssigkeit, wie Humor aqueus. Als ganz besonders brauchbar und empfehlenswerth erwies sich mir das Jodserum (M. Schultze), indem dasselbe nicht nur die Bewegung erhält, sondern auch anregend wirkt, ohne zu zerstören. Aus dem Hoden einer Maus, welcher in Jodserum gelegt worden, konnten noch nach 3 Tagen bewegliche Samenkörperchen gewonnen werden. Eine Untersuchungsflüssigkeit, welche man sich jederzeit verschaffen und gleichzeitig zur Conservirung verwenden kann, bot sich mir im verdünnten Glycerin (1 Thl. Glyc. pur. und 9 Thl. Aqu. destill.) dar. Ich habe diese Flüssigkeit auch anderweitig zur Untersuchung und zum Einlegen frischer Objecte mit Glück angewendet (wie denn z. B. Ovula vom Schafe 2 Jahre hindurch ein Aussehen bewahrt haben, als ob sie soeben dem Eierstocke entnommen), nur muss, was den vorliegenden speciellen Zweck anbelangt, wiederum darauf hingewiesen werden, dass die angegebene Verdünnung nicht für alle Fälle passt, und dass im Allgemeinen etwas stärkere Concentrationen besser vertragen werden, als zu schwache, weil alsdann die für das Wasser charakteristischen Veränderungen auftreten. Ist die Concentration des Glycerin eine richtige, so halten die Bewegungen der Spermatozoiden eine Zeitlang an, ebenso wie die Wimperbewegung in der angegebenen Verdünnung länger fortdauert. Sollen die Samenkörperchen gefärbt werden, so wird der Farbstoff direct dem dünnen Glycerin zugesetzt. Man lässt die Präparate unter dem Deckgläschen frei liegen und wenn sich eine Eintrocknung der Flüssigkeit zeigt, wird etwas nachgefüllt bis keine Veränderung mehr eintritt. Alsdann kann zur Einkittung geschritten werden.

Mit der Färbung der Samenkörperchen hat man sich, soviel ich weiss, bis jetzt wenig befasst. Grohe[1]) that es, indessen färbte er die ganzen Spermatozoiden vermittelst Anilin und liess sich bei

---

1) Virchow's Archiv 1865 April Bd. XXXII S. 401.

seinen Versuchen nicht von der Absicht leiten die besondere Anziehungskraft einzelner Theile der Gebilde zu prüfen.

Wurde diese Aufgabe gestellt, so musste selbstverständlich mit ganz schwachen Lösungen begonnen und die Versuche auf längere Zeit ausgedehnt werden. Die näheren Angaben über den Erfolg dieser Versuche, namentlich bei Säugethieren, werden lehren, dass das carmins. Ammoniak manches zu wünschen übrig lässt, und suchte ich mir desshalb auf andere Weise zu helfen. Schon früher hatte ich die Beobachtung gemacht, dass, wenn man zu Schnitten erhärterter, mit Carminleim injicirter Organe, Salzsäure hinzusetzt, das Carmin aus den Gefässen heraustrat und die Kerne der Umgebung lebhaft färbte. Wenn man zu einer concentrirten Lösung von Carmin in Ammoniak Salzsäure im Ueberfluss zusetzt, oder wenn man die etwas verdünnte reine Säure direct auf Carminpulver einwirken lässt, so erhält man eine Lösung, deren Farbe eine mehr ziegelrothe, gegenüber der blaurothen des carmins. Ammoniaks, aber lange nicht so intensiv, als diese ist. Trotzdem lässt sie sich zur Imbibition verwenden und bin ich gegenwärtig damit beschäftigt, diese Methode genauer durchzuprobiren, um ihre etwaigen Vortheile festzustellen. Soviel ich sehe hat die Farbe keine grosse Dauerhaftigkeit und ist leider nicht so intensiv, als zu wünschen, jedoch kann man diesem Uebelstande dadurch abhelfen, dass man zu dem gefärbten Objecte unter dem Mikroskope etwas dünne Ammoniakflüssigkeit zusetzt. In dem Momente, wo die Säure neutralisirt ist, geht die blassrothe Farbe in eine lebhafte blauviolette über.

Ausser dem Carmin verwendete ich zur Imbibition auch das Anilin, und fand wie Grohe das Anilin-Roth besser verwendbar als das Blau. Ein Vorzug besteht in der Schnelligkeit der Färbung, indess ist gerade desshalb weit grössere Vorsicht erforderlich, wenn nur die Kerngebilde gefärbt werden sollen. Anilin scheint mir nicht so exclusiv zu sein, wie das Carmin.

I. Samenkörperchen der Amphibien.

A. Frosch (Rana esculenta).

Die Form der Samenkörperchen dieser Thiere ist bekannt (Fig. A, 1 der beigegebenen Tafel). Das walzenförmige Körperchen ist an der freien Seite leicht abgerundet und geht, am anderen Ende spitz zulaufend in den Schwanz über. Vollständig walzenförmig

scheint das Köpfchen (Griff Ankermann) nicht zu sein, denn man kann in Humor aqueus bei wechselnder Tubusstellung einen bald hellen, bald dunkelen Streifen wahrnehmen (A, 2 u. 3). Derselbe kann wohl nicht gut anders gedeutet werden. Untersucht man mit stärkeren Vergrösserungen (Hartnack, Immersion), was durchaus nothwendig um Alles erkennen zu können, so sieht man selbst ohne die Zusatzflüssigkeit zn ändern, dass sich das untere Ende des Köpfchens anders verhält als der grössere obere Abschnitt desselben. Die Scheidung ist bald mehr bald weniger deutlich, bedingt durch ein etwas verschiedenes Lichtbrechungsvermögen, mitunter aber auch durch eine hellere Linie markirt. In verdünntem Glycerin findet man bisweilen an der Grenze beider Abschnitte eine seichte Einschnürung und bemerkt, dass dieselbe zur vollständigen Trennung führen kann. Ist dieselbe erfolgt, so bleibt das untere Ende des Köpfchens am Schwanze sitzen, sodass er nicht zum eigentlichen Köpfchen zu rechnen ist, sondern dem Schwanze als Ansatzstück dient (A, 3). Ankermann ist der einzige, welcher angibt, dass der Schwanz bei seiner Lösung vom Köpfchen ein knopfförmig verdicktes, oberes Ende zeige (l. c. p. 132), sonst finde ich nirgends eine Angabe über dieses Verhalten. Ich unterscheide am Samenkörperchen des Frosches (A, 2) a) das Köpfchen, b) das Mittelstück und c) den Schwanz und fand in einzelnen Fällen folgende Maassverhältnisse: a) lang — 0,0140, breit = 0,0016, b) lang 0,0025, c) 0,040 Mm.

Der Unterschied zwischen a und b macht sich alsdann weiter geltend, wenn man die Samenkörperchen durch Wasserzusatz zum Quellen bringt. Man sieht, dass sich b an der Quellung nicht betheiligt (A, 4), Carmin in ganz schwacher, möglichst ammoniakfreier Lösung dem verdünnten Glycerin zugefügt, färbt nur a, b dagegen bleibt unverändert, und zwar geht die Imbibition schneller vor sich, wenn die Köpfchen etwas gequollen. Stellt man bei einem solchen Körperchen das Mikroskop auf die Oberfläche ein, so tritt das ungefärbte Mittelstück leuchtend hervor. In diesen Fällen handelt es sich also um Veränderungen des Köpfchens, während wir in der Essigsäure ein Mittel besitzen, um die mit b bezeichneten Stücke anzugreifen. Verdünnte Essigsäure scheint den Schwanz zu lösen, macht jedoch auch das Ansatzstück aufquellen (A, 5), bei längerem Einwirken der Säure bläht sich das Stück b immer mehr auf (A, 6) und schliesslich hebt sich im Zusammenhange mit ihm eine äusserst

zarte Membran vom ganzen Köpfchen ab (A, 7); a selbst bleibt in der Essigsäure ganz scharf conturirt. Wenn ich sagte, es scheint, als ob die Essigsäure zuerst die Schwänze der Samenkörperchen löse, so werde ich von einer bestimmten Erklärung hierüber nur durch den Umstand abgehalten, dass ich nur Samenkörperchen aus dem Hoden untersuchen konnte. Hier aber finden sich, wie bekannt, neben den entwickelten Formen stets solche, die nur aus einem walzenförmigen Körperchen bestehen, denen also der Schwanz zur Zeit noch fehlt. Diese schwanzlosen Körperchen im Froschhoden verhalten sich ebenso wie die Theile des fertigen Spermatozoids, welche man früher zusammen als Köpfchen beschrieb; denn auch an ihnen haben wir einen vorderen und einen hinteren Abschnitt, nur dass letzter zumeist grösser ist, als an den ausgebildeten Formen.

Dass wir am Köpfchen des Samenkörpers eine äussere Grenzschicht anzunehmen haben, darf wohl auch aus der Wirkung des Kal. caust. geschlossen werden. Dieses Mittel in mehrprozentiger Lösung angewendet zerstört die Samenkörperchen. Beobachtet man den Vorgang der Lösung unter dem Mikroskope, so sieht man, dass das Köpfchen zuerst ein wenig aufquillt, dann aber plötzlich ruckweise verschwindet, sodass man ganz unwillkührlich an das Platzen einer kleinen Blase erinnert wird. Allerdings ist es mir bis jetzt noch nicht gelungen die etwa zurückbleibenden Reste der Membranen nachzuweisen, und werde ich mit der Wiederholung dieser und anderer Versuche bis zum kommenden Frühjahr warten müssen.

B. Triton taeniatus.

Die Samenkörperchen dieses Thieres sind wegen ihrer eigenthümlichen Beschaffenheit Gegenstand vielfacher Untersuchungen geworden. Der Kopf ist lang, von pfriemenförmiger Gestalt und der sich anschliessende Schwanz ist nicht einfaches Wimperhaar, sondern er ist flossenartig besetzt mit einer undulirenden Membran, welche man als Duplikatur eines feinen den Faden einschliessenden Häutchens angesehen hat (B, 1. der Schwanz nicht in ganzer Länge gezeichnet). Während nun bei oberflächlicher Betrachtung und Anwendung gewöhnlicher Vergrösserung das Köpfchen als gleichmässiges Gebilde erscheint, zeigte sich mir bei Anwendung verdünnten Glycerins das an den Faden angrenzende Ende als ein durch die veränderte Lichtbrechung ausgezeichnetes Stück (b). Es ist scharf

abgesetzt und hat eine Länge von 0,006 Mm., während der darüber gelegene Theil des Köpfchens (a) 0,090 und der Faden mit Wimperbesatz (c) 0,350 Mm. lang ist. Bei Zusatz von Carmin imbibirte sich b, und noch deutlicher trat der Unterschied zwischen a und b bei Anwendung von Salzsäure hervor. Nach mehrstündigem Einwirken von Acid. hydrochl. pur. auf reinen Samen waren die Körperchen zu einer festen Masse zusammengeballt und schwer von einander zu lösen. Als constant aber konnte man erkennen, dass von den Köpfchen der Abschnitt a verschwunden und nur der Faden mit b zurückgeblieben war (B, 2). Bei länger dauernder Einwirkung der Salzsäure zeigte sich b etwas aufgebläht (B, 3). Auch der Wirkung des Kal. caust. widersteht b besser als a, welches erblasst und aufquillt. Der Wirkung der Salzsäure setzt sich gegenüber die der Essigsäure. Durch sie wird der Faden mit Wimperbesatz gelöst, und es bleiben nur die beiden Abschnitte des Köpfchens übrig (B, 4). b schwillt gewöhnlich etwas an und man sieht, was wichtig genug, von ihm aus eine feine Membran über den Haupttheil des Köpfchens sich hinziehen. Freilich muss ich hier dasselbe sagen, wie beim Frosche. Ich weiss nicht, ob diese Formen durch die Rückbildung resp. Umbildung fertiger Samenkörperchen entstanden, oder ob wir es mit noch nicht vollendeten Gebilden zu thun haben, da die Samenkörperchen, welche zur Untersuchung dienten, dem Hoden entnommen werden mussten und nur spärlich vorhanden waren. Dass ganz ähnliche Entwicklungsstadien vorkommen ist unzweifelhaft, und gerade dadurch wird auch ohne Rücksichtnahme auf die Wirkung der Essigsäure das Vorhandensein verschiedener Abschnitte am Spermatozoid bewiesen. Zum Schluss noch den Hinweis darauf, dass die Abtheilungen a und b am Samenkörperchen von Triton nicht ohne weiteres mit den gleich bezeichneten Abschnitten am Spermatozoid des Frosches zusammengestellt werden dürfen, dass es vielmehr einer genaueren Prüfung vorbehalten bleiben muss, zu entscheiden, ob nicht vielleicht a beim Frosch dem Abschnitte b bei den Salamandrinen entspricht.

II. Samenkörperchen der Vögel.

Man unterscheidet zwei Arten derselben: die eine mit geradem, stäbchenförmigen Kopf, und die andere, welche nach Leuckart [1])

1) Handwörterb. d Physiol. Bd. IV. S. 829.

nur den ächten Singvögeln zuzukommen scheint, durch die spitz zulaufenden korkzieherartig gewundenen Köpfchen ausgezeichnet. Beide Formen verhalten sich folgendermassen.

C. Haushahn.

Auch bei diesem Thiere konnte ich keinen Inhalt des Vas defer. untersuchen, da mir nur ausgeschnittene Hoden zu Gebote standen. Gewiss ist, dass sie in dem einen Falle von einem kräftigen, dem Hühnerhofe entnommenen Thiere herrührten und zahlreiche ausgebildete Samenkörperchen enthielten (C, 1). Ebenso wie die Taube, welche ich noch untersuchte, lieferte der Hahn keine besonders günstigen Objecte, weil die ganzen Samenkörperchen klein, die walzenförmigen Köpfchen aber schmal und fast immer unregelmässig gekrümmt sind. Hier kommt es vor allen Dingen auf starke Vergrösserungen an.

Selbst bei der Untersuchung in Jodserum erkannte man die Köpfchen als aus zweierlei Masse bestehend (C, 2). Die eine nach vorn gelegen (a) ist scharf conturirt, stark lichtbrechend, scheint aber, wenigstens nicht immer, bis in die Spitze hineinzugehen; die hintere (b) ist zarter, blasser und geht unmittelbar in den dünnen Schwanz (c) über. Das Verhalten hier schliesst sich an das beim Frosche an. Beim Hahn ist a) 0,009, b) 0,004 und c) 0,032 Mm. lang. Deutlicher wird die Scheidung noch beim Zusatz von verdünntem Glycerin, durch das auch eine leichte Quellung der Köpfchen veranlasst wird. Carmin färbt a leichter bei beginnender Quellung, desgleichen bleibt bei Einwirkung der Essigsäure a allein übrig. Die Samenkörperchen der Vögel sind schnell vergänglich. Setzt man zu einem Präparate in Jodserum Essigsäure in der Verdünnung von 1 : 100, indem man sie von der einen Seite her zufliessen lässt, so quillt und löst sich zuerst b, während c nachfolgt. Wir behalten allein stäbchenförmige Gebilde zurück, welche der Abtheilung a entsprechen (C, 4). Bei C, 3 ist es fraglich, ob es sich um eine einfache Folge der Essigsäure-Wirkung oder um eine Entwicklungsstufe handelt? Wahrscheinlich liegt eine Combination beider Möglichkeiten vor, aber in jedem Falle sind die Formen wichtig für die Bedeutung der einzelnen Abschnitte der Samenkörperchen.

D. Finke.

Die Samenkörperchen des 2ten Typus zeigen ein von den vo-

rigen abweichendes Verhalten. D, 1 zeigt uns ein Samenkörperchen bei 1000facher Vergrösserung, so jedoch, dass der Schwanz nur in einem kleinen Theil seiner Länge gezeichnet ist. Es stammt aus dem Hoden, da das Vas defer. des untersuchten Individuums keine Spermatozoiden enthielt. Eine Differenzirung der Substanz liess sich zuerst in Humor aqueus kaum erkennen. Das Einzige, was man bemerken konnte, war ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen des unteren Endes des Köpfchens (D, 2), und erst nachdem verdünntes Glycerin einige Zeit eingewirkt hatte, veränderten sich die Köpfchen derartig, dass der obere Abschnitt heller wurde und die Regelmässigkeit seiner Windungen verlor (D, 3). Der obere Abschnitt (a) war in einzelnen Fällen verloren gegangen (Mechanische Trennung), sodass nur der Theil, welcher bei einer Länge von 0,005 Mm. der untersten Windung entsprach (b), am Faden (c) sitzen blieb (D, 4). Deutlicher wird diese Scheidung noch in D, 6. In dem Präparate, dem die Bilder entnommen sind, hatten die Samenkörperchen in verdünntem Glycerin eine Zeitlang ohne Deckgläschen gelegen, sodass ein Theil des Wassers verdunstet war. Hier zeigte sich a bedeutend aufgebläht, während b nur wenig gequollen war und — die Flüssigkeit enthielt Carmin — sich lebhaft gefärbt hatte. b war in diesen Fällen 0,004 Mm. lang und 0,003 Mm. breit. Aehnliche Erscheinungen, wie die zuletzt angegebenen, bewirkt Essigsäure. Ich liess unter das Deckgläschen Acid. acet. in der Verdünnung von 1 : 10 zufliessen, beobachtete, wie in schneller Folge hinter einander a aufquoll und gelöst wurde, wie auch c allmählig verschwand und nur b als breitere oder schmalere Körperchen, je nachdem sie sich von der Kante oder der Fläche präsentirten, übrig blieben.

Eine weitere eigenthümliche Erscheinung, welche bei Anwendung des verdünnten Glycerins auftrat, bezieht sich auf den Faden des Samenkörperchens. Nach längerem Einwirken des Mittels fiel es mir bei stärkerer Vergrösserung auf, dass der Schwanz wie aus mehreren Fibrillen zusammengesetzt erschien. Es war dies am deutlichsten an solchen Stellen, wo der Schwanz eine Biegung machte (D, 2 x), und erkannte man bald, dass ein mittlerer stärkerer Faden von zwei zarteren Conturen eingefasst wurde. In anderen Fällen macht es den Eindruck als ob um einen Centralstrang ein Spiralfaden gelegt sei, resp. wellenförmig über denselben hinweglaufe (D, 4 u. 5) und wenn man dann noch hinzunimmt, dass auch bei einzelnen Samenkörperchen an der Spitze des Köpfchens zarte Anhänge wahrgenom-

men werden können (d. h. nach vorausgegangener Behandlung mit verdünntem Glycerin), so muss man dieses Alles als Beweis ansehen für das Vorhandensein eines feinen Häutchens, welches das Samenkörperchen einhüllt. In D, 4 ist bei y ein Zerreissen der Membran erfolgt, und der darüber gelegene Abschnitt des Fadens ist dicker als der untere, weil bei ihm ein Abheben nicht Statt gehabt hat. Die Erscheinungen der Windungen und Biegungen um den Centralstrang herum erkläre ich mir durch ein ungleiches Quellungsvermögen der Grenzschicht und der Inhaltsmasse.

Nach alledem stellt sich eine Analogie der Samenkörperchen der Singvögel mit denen der Salamandrinen heraus, und muss ich bedauern, nur ruhende Spermatozoiden gesehen zu haben. Ueber die Art der Bewegung habe ich desshalb auch kein eigenes Urtheil.

III. Samenkörperchen der Säugethiere.

Dieselben zeigen keine so wesentlichen Verschiedenheiten unter einander und können desshalb gemeinschaftlich abgehandelt werden. Ausführlicher sollen uns beschäftigen die Spermatozoiden E vom Schafe, F von der Maus, G vom Igel, H vom Schweine, J vom Meerschweinchen, K vom Kaninchen.

An den längeren oder kürzeren fadenförmigen Theil des Samenkörperchens ist am dickeren Ende angesetzt das Köpfchen, als ein scheibenförmiges oder mehr kugliches Körperchen. Die Gestalt desselben ist für gewöhnlich birn- oder herzförmig und nur in einzelnen Fällen haken- oder sichelförmig (F). Bei letzteren inserirt sich auch der Faden nicht in der Längsaxe des Köpfchens, sondern seitlich, und schliesst sich in dieser Beziehung, wie ich sehe, den Murinen noch der Igel an (G).

Wo aber liegen hier die Besonderheiten gegenüber den Vögeln und Amphibien?

Bei der Feldmaus machte ich gelegentlich die Beobachtung, welche mich zu der ganzen Untersuchung veranlasste, dass der Faden in zwei Abschnitte zerfiel, in einen oberen kürzeren und einen unteren längeren, in eine Spitze von unmessbarer Feinheit auslaufend. Der obere Abschnitt war von dem unteren scharf abgesetzt, und wenn auch nicht an allen Samenkörperchen gleich ausgesprochen, so war der Unterschied doch zumeist so deutlich, dass Jeder, dem ich es zeigte, davon überrascht wurde. Da wir aber verschie-

dene Verhältnisse kennen lernen werden, durch welche dieser obere Theil des Fadens vor den anderen Abschnitten ausgezeichnet ist, so zerlege ich schon der grösseren Kürze der Bezeichnung wegen die Samenkörperchen in folgende drei Theile: a) Kopf, b) Mittelstück, c) Schwanz. Sie entsprechen denjenigen, welche wir beim Frosche kennen gelernt haben und besitzen ihrerseits folgende Unterscheidungsmerkmale.

1) Das Mittelstück zeichnet sich dem Schwanz gegenüber durch seine grössere Breite aus, und wird der Unterschied zum Theil dadurch auffälliger, dass zwischen beiden kein allmähliger Uebergang stattfindet. Man nimmt zur Zeit allgemein an, dass der Faden des Samenkörperchens sich vom Köpfchen nach der Spitze zu gleichmässig verjünge, während man an einzelnen Exemplaren in einer gewissen Höhe einen deutlichen Absatz wahrnehmen kann. Das ganze Mittelstück ist von gleicher Breite und erst von seinem Endpunkte an beginnt die Verschmälerung des Fadens (E, 1 u. F, 1).

Ich bemerke hier ausdrücklich, dass man diesen Absatz nicht an allen Samenkörperchen nachweisen kann und empfehle für den Beginn der Untersuchungen ganz besonders Maus oder Ratte und das Schaf, wenigstens haben von den untersuchten Thieren diese mir die deutlichsten Bilder geliefert. Bei manchen anderen Säugern würde man zugestandenermassen vergeblich bemüht sein, zu einer sicheren Anschauung zu gelangen, wenn nicht noch andere unterstützende Momente hinzukämen. Zu diesen gehört

2) der stärkere Glanz, welchen die Substanz des Mittelstückes besitzt. Man kann dies schon in Humor aqueus und Jodserum wahrnehmen, bei weitem am besten jedoch an Präparaten gut getrockneter Samenkörperchen. Das Beiwort »gut« verdienen dieselben, wenn die Conturen glatt und scharf und nicht, wie es häufig der Fall ist, trüb angehaucht erscheinen. Es entsteht dieser Beleg, glaube ich, von feinvertheiltem Fett, und da er sich mitunter erst bemerkbar macht, wenn die Präparate einige Zeit gelegen haben, so halte man sich zunächst stets an frisch angefertigte. Indessen treten auch an Spermatozoiden vom Schafe, welche ich seit Jahren aufbewahre, die Mittelstücke sofort deutlich hervor [1]).

1) Gute Präparate kann man sich so anfertigen, dass man den Samen mit ganz schwacher Essigsäure (1 : 100) stark verdünnt, davon etwas auf das Objectglas bringt, das Deckgläschen aufdrückt und nun die dünne Schicht vom

Bezüglich des stärkeren Glanzes des Mittelstückes fehlt gleichfalls ein allmähliger Uebergang nach dem Schwanze zu, auch hier finden wir ein scharfes Absetzen. Bei den Abbildungen habe ich die Verhältnisse der Breite und des Glanzes möglichst naturgetreu wiederzugeben versucht. Vergleicht man mit Schaf und Maus die übrigen, so wird man Belege für das ungleiche Verhalten einzelner Thiere finden.

3) Das Mittelstück besitzt bei den einzelnen Säugethieren eine sich gleichbleibende Länge, indess gilt dies nur für die ausgebildeten Formen; liegen gemischte Zustände vor, wie bei Untersuchung des Hodenparenchyms, so fällt diese Gleichmässigkeit weg. Die bei den vorgenommenen Messungen gefundenen Zahlenwerthe stelle ich in nachfolgender Tabelle zusammen.

Mittelzahlen in Millimetern.

Es ist lang:	a.	b.	c.
bei der Maus . . .	0,008	0,023	0,085
beim Igel	0,006	0,009	0,065
» Maulwurfe . .	0,008	0,020	0,055
» Meerschweinchen	mit Kappe 0,012	0,010	0,080
» Kaninchen . .	0,007	0,008	0,041
» Schafe . . .	0,008	0,015	0,055
» Schweine . .	0,009	0,011	0,040
» Inuus [1]) . . .	0,006	0,011	0,043
» Menschen . .	0,005	0,006	0,040

4) Bekanntlich kommen an den Samenkörperchen verschiedenartige Anhänge vor, welche zuerst von Dujardin beschrieben wurden [2]) und zu verschiedenen Aeusserungen über ihre Natur Veran-

Rande her eintrocknen lässt. Durch die Zusatzflüssigkeit wird das Plasma seminis gelöst, welches durch seine Zähigkeit und Klebrigkeit der Herstellung guter Präparate hinderlich ist, und hierdurch wird eine gleichmässige Vertheilung der Samenkörperchen ermöglicht. Beim Eintrocknen bleibt ein Theil derselben am Deckgläschen, der andere am Objectgläschen haften und wenn man alsdann beide von einander trennt, hat man Material zu zwei Präparaten.

1) Präparate von Herrn Prof. Welcker.

2) Annales des sciences natur. 1839 Tom. VIII p. 291.

lassung gegeben haben. Wir handeln zunächst nur von denen, welche am fadenförmigen Theile des Spermatozoids vorkommen und von Kölliker als hängengebliebene Ueberreste des Körpers der Samenzellen angesehen werden [1]). Ohne auf diesen Punkt näher einzugehen, will ich an dieser Stelle die Aufmerksamkeit einzig auf Folgendes gelenkt wissen.

Die Anhänge erscheinen entweder als ausgedehntere flügelförmige Läppchen oder als kleinere Knötchen, anscheinend Verdickungen des Fadens. Beide haben ihren Sitz stets nur am Mittelstück und zwar, wenn sie klein, knötchenförmig, ausnahmslos am unteren Ende desselben, oder aber es wird, wenn sie gross, diese ganze Abtheilung davon umhüllt. Auf letzteres Verhalten (E, 7 u. J, 6) komme ich noch einmal zurück. Im ersten Falle wird durch das Knötchen die Scheidung von Mittelstück und Schwanz markirt (H, 1 u. 4; J, 1; F, 3), und ist es eine sehr leicht zu constatirende Thatsache, dass im Vas defer. einzelner Geschöpfe sich oft massenhaft Samenkörperchen finden, welche am Faden in einer ganz bestimmten Entfernung vom Kopfe eine kleine Anschwellung besitzen. Es hängt dies jedenfalls mit der Entwicklungsstufe, auf welcher sich die Samenkörperchen der Mehrzahl nach befinden, zusammen. Mitunter werden sie ganz vermisst. — Wohl zu unterscheiden sind von diesen Anhängen andere, unregelmässige Körnchen, welche als zufällige Begleiter der Samenkörperchen anzusehen sind, meist am Schwanze sitzen und sich leicht ablösen lassen, während dies bei den eben beschriebenen Bildungen nicht der Fall ist.

5) Dass die Substanz des Köpfchens nicht gleichmässig in die des Mittelstückes übergeht, kann einmal daraus erschlossen werden, dass die ersteren sich stets ganz glattrandig von den zweiten ablösen; bei einem directen Zerreissen der Masse müsste sich doch wohl das Verhältniss irgend einmal anders gestalten (F, 4). Ferner sieht man an unverletzten Samenkörperchen sehr häufig zwischen Kopf und Mittelstück eine kleine Lücke, d. h. richtiger, es fehlt hier an einer Partie von geringer Ausdehnung die glänzende Inhaltsmasse des Mittelstücks, und wird die Aneinanderheftung einzig durch die Grenzschicht vermittelt (E, 1 u. a.) Das Verhalten ist ein sehr gewöhnliches und findet sich bei Grohe Fig. 3, a u. b, sowie in Fig. 7, c wiedergegeben. Man wird diese scheinbaren Lücken iden-

1) l. c. p. 266.

tificiren wollen mit den kleinen Höhlungen, Vacuolen, im Innern der Samenkörperchen, welche Grohe als eine Folge der wechselnden Contractionen des Bildungsmaterials auffasst, indessen ist hier auf den sich stets gleichbleibenden Sitz aufmerksam zu machen und zu erwähnen, dass man an isolirten Mittelstücken mitunter ein helleres Knöpfchen angesetzt findet (E, 2).

Ebenso wie am oberen Ende des Mittelstückes kommen solche kleine Vacuolen auch am unteren vor, sodass auf diese Weise eine weitere Scheidung zwischen Mittelstück und Schwanz zu Stande kommt (E, 3).

Möglicherweise handelt es sich in solchen Fällen schon um eine Einleitung des Zerfalls der Samenkörperchen, denn

6) löst sich nicht nur der Kopf vom Faden, sondern es trennt sich unter besonderen Verhältnissen auch der Schwanz vom Mittelstück, sodass das Samenkörperchen wirklich in drei Glieder zerfällt (E 4 u. 5). Bei einem gesunden und geschlechtsreifen, aber zur Zucht noch nicht verwendeten Schafbock fanden sich im Vas defer. fast keine Samenkörperchen vor. Im Kopfe des Nebenhodens machten sich einige weissliche, bald härtlich, bald weich anzufühlende Stellen bemerkbar und entleerte sich beim Einschneiden theils eine flüssige Masse, theils sassen festere Klumpen in der Substanz des Nebenhodens eingebettet, oder vielmehr dem Anscheine nach in besonderen Cysten gelagert. Die flüssige Cystenmasse sowohl, wie die festere, bestand ausschliesslich aus Samenkörperchen, welche im letzteren Falle ohne eine Spur von Zwischenflüssigkeit nur mit Fettkörnchen vermischt aneinander gepresst waren. Unter den Körperchen waren nur wenige gut erhalten, die meisten waren zerbrochen. Zunächst waren fast sämmtliche Köpfchen isolirt, dann aber auch, wie dies die Figur zeigt, die Mittelstücke als abgetrennte, gleich lange, stäbchenartige Gebilde zu erkennen. Der Zerfall ging jedoch hier noch weiter, indem sich die Mittelstücke in lauter kleine, quadratische, glänzende Stückchen auflösten (E, 5). Ganz dasselbe Verhalten beschreibt Kölliker von Spermatozoiden aus einer Cyste des Nebenhodens vom Ochsen [1], und finden wir daselbst in Uebereinstimmung mit der beigefügten Zeichnung angegeben, dass theilweise nur das obere Stück des Fadens diesen Zerfall zeigte, und wenn auch Kölliker berichtet, dass derselbe sich mitunter auf

1) l. c. p. 254.

den ganzen Faden erstreckt habe, so bin ich doch nach dem, was ich vereinzelt bei meinem Schafe gesehen habe, geneigt anzunehmen, dass es sich hier um eine etwas andere Sache handelt, möglicherweise um ein zweites Stadium des Zerfalls. In den Fällen, wie E, 6, scheint es nämlich, als ob an die äussere Fläche des Fadens kleine Tröpfchen angeheftet seien, und können wir uns denken, dass nachdem die Metamorphose der Inhaltsmasse der Samenkörperchen bis zu einem gewissen Grade gediehen, das Fett durch die Grenzschicht hindurchtritt und sich aussen anheftet. Mag sich übrigens die Sache verhalten, wie sie will, die Bilder E, 5 sind für uns die wichtigsten, weil sie die charakteristischen sind.

7) Eine weitere Eigenthümlichkeit der Mittelstücke liegt in der Art der Bewegung der Samenkörperchen. Es belehrten mich meine Beobachtungen darüber, dass die Mittelstücke in Gemeinschaft mit den Köpfchen sich passiv verhalten, dass also allein der Schwanz active Bewegungen zeigt.

Mit diesem Satze stehen in Widerspruch die Behauptungen Grohe's, welche derselbe in der oben citirten Arbeit ausgesprochen hat. Derselbe beschreibt als regelmässig vorkommend Gestaltveränderungen am Köpfchen und am oberen Abschnitte des Fadens, lässt dieselben durch active Contractionen der Inhaltsmasse dieser Theile entstehen und glaubt sogar, die Contractionen des Köpfchens als bedingend für die wellenförmigen und schwingenden Bewegungen des Fortsatzes ansehen zu müssen.

Es war natürlich, dass diese Angaben meine Aufmerksamkeit um so mehr erregten, als ich bei meinen Untersuchungen die Bewegungsvorgänge nicht unbeachtet gelassen hatte. In Folge einer genaueren Prüfung kann ich mich über diesen Punkt folgendermassen aussprechen. Wenn man Samenkörperchen, die in lebhafter Bewegung begriffen sind, bei ganz starker Vergrösserung betrachtet, so sind die Orts- und Lageveränderung so rapide, dass ich mir wenigstens nicht zu entscheiden getraue, ob hierbei die Köpfchen Gestaltveränderungen eingehen, oder nicht; nur das wird dem aufmerksam Beobachtenden klar, dass die Köpfchen fortwährend ihre Lage wechseln. Bald gehen sie mit dem vorderen Rande nach oben, bald nach unten, bald wird der eine, bald der andere Seitenrand der kleinen Scheiben dem Linsensysteme zugewendet und folglich wird das projicirte Bild stetige Veränderungen erfahren [1]). Werden im

1) Henle (Allgem. Anatomie S. 954) ist der Ansicht, dass Lamper-

Gegensatze hierzu die Bewegungen langsamer, so würden sich allerdings etwaige Gestaltveränderungen der Köpfchen wohl erkennen lassen, müssen aber sehr geringfügig sein, denn ich habe nie etwas davon gesehen.

Ich will nun nicht die Möglichkeit solcher Contractionserscheinungen überhaupt läugnen, habe mich auch, offen gestanden, nicht bemüht, nachzuforschen, ob dieselben durch irgend welche Mittel hervorgerufen werden können, glaube jedoch nicht recht daran wegen der Festigkeit der Substanz und der Resistenzfähigkeit, welche die Samenkörperchen den verschiedensten Einflüssen gegenüber bewahren. Sollte aber die Erscheinung von anderer Seite eine Bestätigung erfahren, so würde sie jedenfalls zu den merkwürdigsten Lebensvorgängen zu rechnen sein.

Trotz alledem halte ich mich schon jetzt für vollkommen berechtigt, der Ansicht Grohe's, dass die Bewegungen des Fadens von der Contraction des Köpfchens abhängig seien, entgegen zu treten.

Kölliker [1]) und Ankermann [2]) geben bereits übereinstimmend vom Frosche an, und kann ich es ausser für dieses Thier auch für Kaninchen und Meerschweinchen bestätigen, dass die fadenförmigen Theile der Spermatozoiden nach ihrem Abreissen vom Köpfchen fortfahren, sich lebhaft und andauernd zu bewegen. Vom Kaninchen gebe ich eine erläuternde Abbildung in K, 1. Schwanz und Mittelstück sind nicht vollkommen vom Köpfchen getrennt, denn obgleich sich die Substanz beider von einander gelöst hat, ist der Schwanz am Köpfchen durch eine Anhangsmasse von geringer Ausdehnung angeheftet und zwar so, dass die Längsaxen beider sich rechtwinklich kreuzen. Während nun das Köpfchen sich vollständig ruhig verhielt, bewegte sich der Faden schnell von x' nach x'' durch die mittlere Stellung x hindurch. Ich war im Stande das Spiel des Fadens fast eine Stunde lang zu verfolgen.

Grohe könnte dagegen freilich einwenden, dass in solchen Fällen die Erregung des Schwanzes von dem Antheile der contractilen Substanz im Faden selbst ausginge, indessen fällt alsdann die Bedingung weg, welche Grohe zur Erklärung des Formenwechsels

---

hoff, der schon früher Formveränderungen der Köpfchen behauptet, sich durch Lagewechsel derselben habe täuschen lassen.

1) l. c. p. 243.

2) l. c. p. 132.

aufgestellt hat, die Bedingung nämlich, dass die contractile Substanz von einer elastischen Hülle eingeschlossen sein müsse, weil hier die Hülle an der Stelle, an der die Lösung des Fadens vom Köpfchen erfolgte, entschieden fehlt.

Sicherer natürlich als diese Betrachtungen ist das, was sich direct beobachten lässt, und führe ich desshalb noch Einiges an, um Belege dafür beizubringen, dass sich das Mittelstück in Gemeinschaft mit dem Köpfchen passiv verhält. Fasst man ein Samenkörperchen ins Auge, dessen Bewegungen bereits langsamer geworden sind, und dessen Köpfchen an einer etwas rauheren Stelle des Glases haften blieb, so machen sich die Bewegungen, so wie es in K, 2 wiedergegeben ist. Allein durch die Bewegungen des Schwanzes wird Kopf und Mittelstück aus der einen extremen Stellung in die andere übergeführt, gerade als wenn wir ein Pendel durch einen unten angehängten Bindfaden in Schwingungen versetzen würden. Schliesslich muss ich diejenigen, welche sich mit diesen Untersuchungen abgeben wollen, veranlassen, auf folgendes Verhalten der Samenkörperchen ihr Augenmerk zu richten. Man findet im Vas defer. verschiedener Säuger wohl ziemlich constant, wenn auch nicht in gleicher Anzahl Spermatozoiden, bei denen der Schwanz nach dem Kopfe zurückgeschlagen ist. Wir haben dies nicht als eine Folge der Untersuchungsflüssigkeit anzusehen, wir finden es in Humor aqueus und Jodserum, also da, wo von derweiligen Veränderungen keine Spur vorhanden ist. Was aber diese geknickten Samenkörperchen besonders interessant macht, ist der Umstand, dass die Umbiegung des Schwanzes stets an einer bestimmten Stelle erfolgt und zwar am unteren Ende des Mittelstücks, so dass also auch hierdurch die abweichenden Verhältnisse dieser beiden Abschnitte dargethan werden. Die Umbiegung des Schwanzes ist entweder eine vollständige (F, 2) oder derselbe bildet mit dem Mittelstück in der Ruhe einen mehr oder weniger spitzen Winkel (F, 3). In beiden Stellungen nun können die Samenkörperchen durch Undulation des Schwanzes fortbewegt werden; der Winkel der eigentlichen Knickung ändert sich hierbei nicht, was er doch wohl thun müsste, wenn der obere Abschnitt des Fadens, also das Mittelstück durch Contraction eine Veränderung der Gestalt erfahren, oder wenn die wellenförmigen Bewegungen des Schwanzes sich bis an das Köpfchen hin fortgepflanzt hätten. Nein, das Mittelstück ist für gewöhnlich starr und ebensowenig, wie der Kopf, in seiner Gestalt veränderlich. — Ich kann desshalb auch Grohe nicht

Recht geben, wenn er die von Dujardin beschriebenen Anhänge am Kopf der Samenkörperchen vom Meerschweinchen angesehen wissen will »als die verschiedenen Contractionszustände und Falten, welche der grosse, äusserst dünne scheibenförmige Kopf dieser Samenkörper darbietet« (S. 413). Es handelt sich hier, wie später gezeigt werden soll, um etwas ganz Anderes.

8) Es bleibt mir nur noch übrig, auch für die Samenkörperchen der Säugethiere anzugeben, wie sich dieselben gegen verschiedene chemische Substanzen verhalten, da wir bei den Amphibien und Vögeln gerade hierin die Verschiedenheit der einzelnen Abschnitte begründet sahen. Den genannten Thieren gegenüber liefern die Säuger wenig günstige Objecte wegen der schon öfter erwähnten grossen Widerstandsfähigkeit gegen sonst energisch wirkende Stoffe. Trotzdem wird sich auch in diesem Abschnitte einiges Interessante beibringen lassen.

Carmin färbt bei vorsichtiger Anwendung nur die Köpfchen der Samenkörper, Mittelstück und Schwanz dagegen nicht. Es ist nicht ganz mühelos, sich hiervon hinlänglich zu überzeugen. Nimmt man verdünntes Glycerin mit einer Spur gelösten Carmins und legt den Inhalt des Vas defer. darin ein, so haben sich die Kerne der etwa vorhandenen Epithelialzellen schon lange auf das Schönste gefärbt, ehe die Samenkörperchen eine Veränderung zeigen, und nur ganz allmählig tritt an einzelnen Köpfen die Farbe hervor. Besser gelingt es bei jugendlichen Formen aus den Hodenkanälchen. Bei ihnen ist die Empfänglichkeit für das Carmin noch eine grössere oder, wie es wohl richtiger ausgedrückt sein wird, die Beschaffenheit der Grenzschicht gestattet dem Carmin zur Zeit noch leichter, durch sie hindurch zu treten. Verhältnissmässig schnell färbten sich die Köpfchen in einem Falle beim Meerschweinchen, so dass über die Richtigkeit des oben ausgesprochenen Satzes kein Zweifel blieb, aber trotz der günstigeren Gestaltung blieb auch hier die Farbe nur eine blasse. Eine irgendwie brillante Färbung zu erzielen ist mir nie gelungen und liegt der Grund wohl hauptsächlich in der grossen Dünne der Kopfscheiben. Stehen dieselben auf der Kante, so erscheint die Röthung sogleich ausgesprochener. Färbt man energischer, so geht die Farbe auch auf Mittelstück und Schwanz über und man erhält alsdann die Bilder, welche Grohe beschreibt.

Der Umstand, dass die Samenkörperchen der Säugethiere von Salzsäure nicht merklich verändert werden, veranlasste mich die

Färbung derselben mit einer Lösung des Carmins in dieser Säure zu versuchen (s. die allgem. Bemerkungen). Der Versuch glückte. Nach mehrstündiger Einwirkung des salzsauren Carmins war der Same im Ganzen lebhaft ziegelroth gefärbt und erkannte man nach Zertheilung der Klümpchen ganz deutlich, dass die Köpfchen geröthet und zwar allein geröthet waren. Leider war aber auch hier die Färbung eine sehr zarte, und musste ich desshalb zu dem angegebenen Hülfsmittel meine Zuflucht nehmen. Wenn ich unter das Deckgläschen eine ganz schwache Lösung von Aetzammoniak zufliessen liess, so trat eine günstige Veränderung ein, durch die jedenfalls bewiesen wurde, dass die Quantität des Farbstoffs, welche aus der saueren Lösung des Carmin in die Köpfe übergegangen, verhältnissmässig gar nicht gering war, sicherlich grösser als die Quantität, welche aus der ammoniakalischen Lösung überzutreten pflegte.

Ich stellte diese Versuche hauptsächlich an den Spermatozoiden eines Schweines an, welches mir in dem gefüllten Nebenhodengange reiches Material gewährte. Um die nur langsam zu bewältigende Samenmasse vor dem Verderben zu schützen, legte ich den Nebenhoden in ganz dünnen Spiritus. Hierdurch war eine leichte Gerinnung in der Samenflüssigkeit bewirkt worden und bewies sich dies insofern günstig, als die Samenmasse durch die Salzsäure nicht in einen schwer zu zertheilenden Klumpen verwandelt worden, was bei ganz frischen Samen der Fall ist.

Es könnte nun aber Jemand glauben, es sei einzig die Anhäufung der Substanz im Köpfchen und nicht die geringere Anziehungskraft des fadenförmigen Theils, welche die lebhaftere Farbe des ersteren bedinge, indessen müssten sich alsdann sämmtliche Farbstoffe ebenso verhalten. Dies ist nicht der Fall. Nimmt man eine ganz schwache, weingelbe Jod-Lösung und lässt sie unter das Deckgläschen untertreten, so färben sich bei vorsichtiger Anwendung von den Samenkörperchen zuerst stets die Abschnitte b und c, die Köpfe a folgen zuletzt.

Hieran reiht sich die Wirkung der Essigsäure. Acid. acet. übt selbst im concentrirten Zustande keine bemerkenswerthe Wirkung auf die Samenkörperchen aus (Kölliker), obgleich ich beim Igel ein Erblassen und Aufgelöstwerden der Fäden zu bemerken glaubte. Jedenfalls gilt der Satz von dem Nicht-Einwirken der Essigsäure nur für die reifen Samenkörperchen aus dem Vas defer., nimmt man sie dagegen aus den Hodenkanälchen, so wird man stets mehrere

finden, welche insofern wesentlich verändert sind, als das Mittelstück sich verbreitert und unregelmässige Contouren bekommen hat (E, 8: F, 4; J, 7). Man kann diese Veränderung, welche bereits von einer Säure in der Verdünnung von 1 : 100 hervorgerufen worden, unter dem Mikroskope verfolgen und sich durch Bewegung des Deckgläschens davon überzeugen, dass die Consistenz des Mittelstückes in diesem Zustande eine viel weichere ist. Als weiteres Stadium wird sich eine Lösung des Mittelstückes ergeben, mit der übrigens ein Verschwinden des Schwanzes Hand in Hand geht.

Entgegengesetzt der Essigsäure wirkt Kali caustic. In 35 % Lösung greift dasselbe die Köpfchen an, lässt sie etwas anschwellen und leitet in ihnen innerhalb einiger Stunden einen Zerfall der Masse ein, dadurch charakterisirt, dass dieselbe, anfangs gleichmässig vertheilt, zu einzelnen Körnchen oder Klümpchen zusammengeballt wird (G, 3 und H, 5 u. 6; letzteres von der Seite). Eine eigentliche Auflösung des Köpfchens findet selbst nach längerer Einwirkung der Kali-Lösung nicht Statt wegen der Widerstandsfähigkeit der Grenzschicht (siehe noch später).

Die im vorhergehenden Abschnitte beschriebenen Wirkungen verschiedener Reagentien auf die Samenkörperchen haben dargethan, dass sich die einzelnen Abschnitte ungleich verhalten. Wir fanden, dass Carmin die Köpfchen, Jod dagegen anfangs die Mittelstücke färbt, sowie dass Essigsäure die Mittelstücke, dagegen Kali caust. zuerst die Köpfchen angreift, und werden in Hinblick auf diese Erscheinungen auch für die Säugethiere die Homogenität der Samenkörperchen in Abrede stellen müssen.

Ehe ich aber weitergehend die von mir aufgestellten Behauptungen ferner zu begründen versuche, müssen erst noch einige Einzelheiten beigebracht werden.

Wir hatten zu verschiedenen Malen an den Samenkörperchen von einer Grenzschicht im Gegensatz zur Inhaltsmasse gesprochen, ohne auf diesen, für die ganze Auffassung des Samenkörperchens wichtigen Punkt näher einzugehen, und wollen uns desshalb jetzt im Zusammenhang mit dieser Frage beschäftigen. Bisher hat man dieselbe oberflächlicher behandelt und nur bei Grohe erfährt sie eine eingehendere Erörterung. Derselbe erschliesst einerseits das Vorhandensein einer elastischen Membran um das Samenkörperchen aus der Befähigung desselben, nach jeder Contraction und der durch sie bedingten Gestaltsveränderung in die Ruhelage zurückzukehren,

will sich aber anderseits von ihrem Dasein auch durch die directe Beobachtung der Samenkörperchen sowohl vor als nach Anilinfärbung überzeugt haben. Den hellen Saum, welchen man bei bestimmten Einstellungen des Tubus um die Samenkörperchen herumlaufen sieht [1]), kann man füglich nicht unbestritten als den Ausdruck einer umhüllenden Membran ansprechen, und werden wir uns desshalb nach anderen Gründen umsehen müssen. Wir finden einen solchen zunächst in der ungleichen Vertheilung der lichtbrechenden Substanz im Köpfchen (Grohe). Sowohl unmittelbar nach Herausnahme der Samenkörperchen aus dem Vas defer., als auch nach längerem Verweilen in verdünntem Glycerin bemerkt man mitunter am Köpfchen zwei Regionen: Eine glänzende, dem Schwanze zunächst und eine zweite ganz hell und durchsichtig, nach oben angefügt. Am ausgesprochendsten war das Verhalten bei den Samenkörperchen mit etwas dickeren Köpfchen z. B. beim Menschen und Igel (G, 1 u. 2), während hinwiederum unter andern Umständen das Köpfchen ganz homogen erschien. Ich verweise gerade hier nochmals auf die Erscheinungen nach Einwirkung von Kal. caustic. In 35 % Lösung greift dasselbe, wie angegeben, die Köpfchen an, jedoch lässt es nur die Inhaltsmasse schrumpfen und wird in Folge dessen die wasserklare, die Form der Köpfchen bedingende Grenzschicht auf das Deutlichste sichtbar. Uebrigens bemerkt man hierbei, dass ein Abheben der Grenzschicht resp. eine Trennung derselben von der Inhaltsmasse nicht im ganzen Umfange des Köpfchens, sondern nur am oberen Abschnitte desselben Statt hat. An dem Theile des Köpfchens, an welchem der Ansatz des Mittelstückes erfolgt, kann man nichts von doppelter Contour wahrnehmen (H, 5 u. 6). Wie dies zu verstehen, kann man, glaube ich, aus einzelnen Versuchen mit Carmin entnehmen. Lässt man Präparate, welche im Glycerin etwas grössere Quantitäten Carmin enthalten, unter dem Deckglas eine Zeitlang unverkittet liegen, so bildet sich leicht ein sehr feinkörniger Niederschlag. Hier färben sich die Köpfe der Samenkörperchen, jedoch, was ganz deutlich, nur in ihrem vorderen Abschnitte. Wir haben es nämlich in diesen Fällen nicht mit einer eigentlichen Imbibition zu thun, sondern der Farbstoff hat sich äusserlich angeheftet und macht dadurch eine den vorderen Theil des Kopfes kappenartig bedeckende Schicht sichtbar. Ihr Vorhandensein wird mitunter dadurch noch deutlicher,

1) Grohe l. c. p. 419.

dass an der Stelle, wo sie aufhört, ein kleiner Absatz vorhanden ist (H, 3). Die Schicht hat also eine merkliche Dicke und charakterisirt sich durch ihre grosse Klebrigkeit, welche daraus hervorgeht, dass allerhand feine Körnchen mit grosser Vorliebe gerade hier haften bleiben und unter Umständen einen die ganze vordere Hälfte des Köpfchens bedeckenden Ueberzug herstellen (H, 4). Meiner Ansicht nach handelt es sich hier um eine lokale Verdickung der Grenzschicht, wenigstens lag in den von mir untersuchten Fällen eine besondere, abhebbare Schicht nicht vor, sondern sie sass dem Köpfchen fest an. Nichts destoweniger muss ich sie für identisch erachten mit den kappenförmigen Ueberzügen der Köpfchen, welche Kölliker als Reste der Membran der Mutterzelle beschreibt und abbildet [1]).

Man findet die Kopfkappe, wenn ich die Schicht einstweilen so nennen darf, nicht überall gleichmässig entwickelt, und erlangt dieselbe, soweit meine Beobachtungen gehen, eine besondere Ausbildung nur beim Meerschweinchen, wo sie zu den von Dujardin beschriebenen Anhängen wird. Die Verhältnisse gestalten sich in Folge dessen bei diesen Thieren folgendermassen. Die ganze Scheibe, welche den Kopf des Samenkörperchens bildet, besteht aus einem kreisförmigen mit Mittelstück und Schwanz verbundenen Theile, dem eigentlichen Köpfchen, und einem halbmondförmigen der vorderen Peripherie des Köpfchens angefügten Anhangsstück (J, 1 aus dem Hoden in Jodserum). Im Vas defer. hat sich das Bild, welches die Samenkörperchen darbieten, dadurch geändert, dass der freie Rand des Ansatzstückes der Fläche nach umgebogen ist (J, 2) und es hat demnach nicht das eigentliche Köpfchen eine löffelförmige Gestalt, sondern es erlangt dieselbe nur durch den Anhang (J, 3 Seitenansicht; die Insertion des Fadens an den Kopf hier eigentlich auch excentrisch). Von den 0,012 Mm., welche früher als Höhe der Kopfscheiben angegeben wurden (s. die Tabelle), kommen nur 0,005 Mm. auf das eigentliche Köpfchen.

Mit etwaigen Contractionen der Kopfscheiben und dadurch entstehenden Falten, wie es Grohe will, haben diese Anhänge nichts zu thun; sie verändern bei Bewegungen der Samenkörperchen ihre Gestalt nicht, ja sie können verloren gehen, ohne dass die Bewegungen selbst irgend welche Aenderungen erfahren. Beide bedingen

1) l. c. p. 256 und Handbuch der Gewebelehre.

einander nicht. Unter den vielen Samenkörperchen, die mir in mehreren mit Jodserum angefertigten Präparaten vorgelegen haben, fand ich wenigstens einige, bei denen an dem sich lebhaft bewegenden fadenförmigen Theil einzig das nackte kleine Köpfchen sass.

Die Veränderungen, welche diese Anhangsstücke zeigen können, sind verschiedene, entweder scheinbare durch ihre wechselnde Lage dem Beobachter gegenüber bei Bewegungen der Samenkörperchen, oder wirkliche, durch Quellung und Lösung bedingt. Die Quellung scheint zunächst ein stärkeres Hervorragen des umgebeugten Randes zu Folge zu haben (J, 4), sodass derselbe schliesslich die vordere Fläche der Kopfscheibe bedeckt (J, 5 aus Essigsäure 1 : 100). Mir ist es wahrscheinlich, dass Dujardin hauptsächlich solche gequollene Ansatzstücke vor sich gehabt hat, denn es entsprechen seine Abbildungen hauptsächlich meiner Figur J, 5. Dujardin bezeichnet dieselben als gebildet von einer glutinösen Masse und nicht mit Unrecht, denn die Vereinigung der Samenkörperchen zu Bündeln, welche durch die Ansatzstücke vermittelt werden, wird bei keinem Thiere in so auffälligem Grade beobachtet als bei den Meerschweinchen. Beim Zusatz von destillirtem Wasser mit oder ohne Essigsäure erfolgt die Auflösung der Anhänge, es dringen in die Masse derselben von aussen her kleine Erosionen ein und schliesslich bleibt eine leichtflockige Schicht als Decke des Köpfchens übrig (J, 6) bis auch sie verschwindet (J, 7). Die Verschiedenheit der Substanz des Anhangs von der des Köpfchens geht ferner noch daraus hervor, dass nur letztere von Carmin gefärbt wird, sowohl nach Lösung desselben in Ammoniak als auch in Salzsäure. J, 8 zeigt uns ein Bündel Samenkörperchen von der Seite aus Salzsäure. Die eigentlichen Kopfscheiben leuchteten roth, während die etwas geschrumpften Ansatzstücke vollständig ungefärbt geblieben waren.

Ueber die Bedeutung dieser Schicht etwas Genaueres anzugeben vermag ich nicht. Vielleicht wird durch ein weiteres Studium, durch ein Verfolgen der Samenkörperchen auch in die weiblichen Geschlechtswege hinein die Bildung als eine accessorische erkannt, aber immerhin ist es nicht unwichtig auf diese Ansatzstücke zu achten, weil wir höchstwahrscheinlich den einen Abschnitt des Köpfchens bei anderen Thieren damit in Analogie bringen müssen.

Dass die Substanz, aus welcher die Samenkörperchen gebildet sind, an ihrer äusseren Grenze eine andere Beschaffenheit besitzen muss als im Innern, geht auch aus dem Verhalten des Mittelstückes

hervor. Die Form, welche dasselbe nach Behandlung mit Essigsäure annimmt (E, 8; F, 4; J, 7), lässt sich doch nur durch ein im Verhältniss zur Grenzschicht zu starkes Aufquellen der Inhaltsmasse erklären. Weiterhin haben wir als einen besonderen Zustand der Grenzschicht die sogenannten Anhänge an den Faden der Samenkörperchen anzusehen. Es sind dies nicht eigentliche Anhänge, sondern Verdickungen der Grenzschicht, die entweder stationär geworden sind, oder im Laufe der Zeit noch weitere Umwandlungen erfahren haben würden. Das ist die Ansicht, welche ich vorläufig gewonnen habe. Man sieht (E, 7 u. J, 6), dass der glänzende Streifen, den die Inhaltsmasse des Mittelstückes bildet, bereits vorhanden ist, kann aber gleichzeitig mit Sicherheit erkennen, dass er nicht so breit und auch nicht so scharf begrenzt ist, als die ausgebildeten Mittelstücke. Fasst man anderseits die äussere Grenze der Verdickung ins Auge und verfolgt sie nach der verschmälerten Seite hin, so kann man sie ohne Unterbrechung in die Contour des Samenkörperchens verfolgen. So wie Kölliker das Verhältniss abbildet, habe ich es nie gesehen. Scheint es doch nach ihm, als ob ein rundliches oder ovales Klümpchen dem Schwanze einfach angeklebt sei. Ich muss also auch hierin die Beobachtung Dujardin's aufrecht erhalten und vermag keinen Grund gegen meine Auffassung darin zu finden, dass diese Bildungen nicht regelmässig zur Beobachtung kommen. Vereinzelt finden sie sich wohl stets, während sie unter Umständen in grösserer Anzahl vorkommen. Ich führe in dieser Beziehung an, dass ich sie im Vas defer. eines 23jährigen Menschen, der beim Eisenbahnbau verunglückt war, sehr häufig antraf, und kann es sich meiner Meinung nach zunächst nur darum handeln, den Bedingungen nachzuforschen, unter denen diese Bildungen entstehen.

Am Schlusse dieses Abschnittes erwähne ich noch, dass auch der Schwanz des Samenkörperchens nicht immer ein einfaches Gebilde zu sein scheint. Unter anderen fiel es mir besonders beim Igel auf, dass an getrockneten Samenkörperchen die Schwänze stumpf zu endigen schienen. Bei genauerer Betrachtung ergab sich, dass an die stumpfe Spitze noch ein blasser ungefähr 0,005 Mm. langer, fein auslaufender Fortsatz angefügt war, ebenso wie bei Triton die undulirende Membran sich über den Centralstrang des Schwanzes hinaus fortsetzt (B, 5). Grohe machte dieselbe Beobachtung [1]), indess

1) l. c. p. 421.

herrscht auch hier keine Gleichmässigkeit, und bleibt nach alledem für die Säugethiere die Aufgabe noch zu lösen, welche für die Amphibien und Vögel als gelöst anzusehen ist, die Aufgabe nämlich, ein das Köpfchen im Zusammenhange mit dem ganzen Samenkörperchen umschliessendes Häutchen isolirt abzuheben.

Ich habe bisher meine Befunde einfach zusammengestellt, ohne mich auf weitläufigere Erörterungen einzulassen und muss mir dieselben überhaupt auf eine spätere Arbeit versparen. Als ich nämlich mit meinen Untersuchungen soweit gediehen war, dass ich die Verhältnisse klarer zu übersehen vermochte, fehlte es mir wieder an passendem Material zur Wiederholung und Ergänzung meiner Beobachtungen.

Es bleibt daher noch Manches zu thun übrig, namentlich, wenn es sich darum handelt, die einzelnen Abschnitte der Samenkörperchen bei den verschiedenen Thieren in einen genaueren Vergleich mit einander zu bringen. Zudem bezweifele ich, dass sich dies durch solche Versuche, wie die bisher erwähnten, durch Reagentien allein wird bewirken lassen. Die Hauptsache bleibt vielmehr die, durch ein genaues Verfolgen der Entwicklungsvorgänge die Bedeutung der einzelnen Abschnitte der Samenkörperchen zu erforschen, um auf diesen Studien als Unterlage fussend einen Blick auf die Gebilde in der Thierwelt überhaupt zu werfen.

Hierbei sind wir aber im hohen Grade von dem Materiale abhängig, und muss ich desshalb bis auf die Zeit warten, in der die Geschlechtsdrüsen mancher der zur Untersuchung verwendeten Thiere zu erneueter Thätigkeit erwachen, weil ich nur so im Stande bin, etwas Ausführliches und Zusammenhängendes zu liefern. Trotzdem kann ich mir nicht versagen schon heute in Kürze das mitzutheilen, was ich aus meinen entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen folgern zu können glaube, da ohne dies die Bedeutung meiner ganzen Arbeit eine halbe bleibt.

Ich will meine Ansichten in einigen Sätzen zusammenfassen und glaube dieselben wenigstens der Hauptsache nach vertreten zu können, wenn ich auch zugebe, dass sie, die hier so bestimmt ausgesprochen, durch fortgesetzte Beobachtungen eine Modification erfahren können.

1) **Das Samenkörperchen ist kein einfaches Kerngebilde (Köl-**

liker), sondern entspricht einer ganzen Zelle. Die Samenkörperchen sind umgewandelte einstrahlige Wimperzellen.

2) In Folge dessen entwickelt sich das Samenkörperchen nicht, wie es Kölliker will, im Innern einer Zelle. Zellen mit spiralig aufgerollten Samenfäden kommen im Inhalt der Hodenkanälchen als normale Bildungen nicht vor.

(Henle, Handb. d. system. Anat. II. Bd. S. 356 macht bezüglich der aufgerollten Samenfäden denselben Einwurf gegen Kölliker.)

3) In den Hodenkanälchen finden sich zwei Arten von Zellen (Henle) nicht allein bei Säugethieren, sondern auch bei Vögeln und Amphibien. Nur die eine Art, mit kleinerem hellen Kern, geht die Umwandlung in Samenkörperchen ein. Manche Formeigenthümlichkeiten der Samenelemente werden übrigens gewiss durch die bald schnelle, bald langsame, bald vollkommene, bald unterbrochene Entwicklung bedingt.

4) Am einfachsten scheinen sich die Verhältnisse beim Frosche zu gestalten. Im Samen, welcher dem Hoden entnommen, bemerkt man langgestreckte Zellen, in deren eines Ende sich der stäbchenförmige Kern eingelagert hat, während das andere zu einem Wimperhaar auswächst. Die eigentliche Zellsubstanz schwindet bei der weiteren Ausbildung immer mehr, bis von ihr nur noch ein kleines zwischen Wimperhaar und Kern eingeschobenes Stückchen übrig bleibt. Es ist dies das Mittelstück am fertigen Spermatozoid (siehe früher), und haben wir demnach gleichzusetzen: das Köpfchen (a) dem Kerne, das Mittelstück (b) der modificirten Zellsubstanz, und den Schwanz (c) dem Wimperhaar, aus dem Material zur Zelle gebildet.

(Ankermann lässt auch die Samenkörperchen der Frösche jeden für sich aus kernhaltigen Zellen entstehen, stellt aber einen etwas anderen Modus der Entwicklung auf.)

5) Ebenso wie beim Frosche dürfte es sich der Hauptsache nach bei den Säugethieren verhalten, nur dass hier die Mittelstücke eine besondere Ausbildung erfahren. Der Kern der Samenzelle wird sicherlich einzig zum Köpfchen der Samenkörperchen. Bei Thieren, die Köpfe von charakteristischer Form besitzen, wie die Mäuse, sieht man am Rande der noch rundlichen Samenzelle den bereits umgestalteten Kern liegen, während aus der mehr oder weniger gerade gegenüber liegenden Seite der Schwanz hervorsprosst. —

Auch die drei Abschnitte an den Samenkörperchen der Säuger finden durch die Entwicklungsgeschichte ihre Erklärung.

Halle, den 15. August.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XIX.

A	Samenkörperchen	vom Frosche 500/1.	
B	„	vom Triton taeniatus.	
C	„	vom Haushahn	1000/1.
D	„	vom Finken	
E	„	vom Schafe	500/1.
F 1—3	„	von der Feldmaus	
F 4	„	von der Hausmaus	
G	„	vom Igel	
H	„	vom Schweine	
J	„	vom Meerschweinchen	
K	„	vom Kaninchen	

Zur Kenntniss der alveolaren Gallertgeschwulst.

Von

Franz Eilhard Schulze,
Prosector und Professor in Rostock.

Hierzu Taf. XX.

Mit dem Namen »alveolare Gallertgeschwulst« bezeichnet Frerichs[1]) eine Form der Neubildungen, welche zuerst von Otto, Cruveilhier und R. Carswell ihrer makroskopischen Erscheinung, von J. Müller ihrem feineren mikroskopischen Baue nach beschrieben und seitdem von einer ganzen Reihe von Forschern, welche sich abwechselnd der Namen, Carcinoma alveolare (J. Müller), Cancer aréolaire gélatiniforme (Cruv.), Gelatiniforme cancer (Carswell), Colloid, Gelatinoma, Gumcancer, Gallertkrebs, Schleimkrebs etc. bedienen, genauer studirt ist. Eine allgemeine Charakteristik des Baues dieser Geschwülste giebt Frerichs mit folgenden Worten: »In einer faserigen Grundlage, die bald durch ein zartes Maschennetz, bald dagegen durch ein derbes Gerüst dargestellt wird, liegen zellige mit einer farblosen, durchsichtigen Gallertmasse angefüllte Hohlräume.«

Ich werde im Folgenden den Bau einer pathologischen Neubildung schildern, welche ganz entschieden in diese Gruppe der alveolaren Gallertgeschwülste Frerichs gehört, dabei jedoch in manchen Punkten so sehr von dem Bilde abweicht, welches die meisten Forscher in ziemlich übereinstimmender Weise von der gewöhnlichen

1) Ueber Gallert- und Colloidgeschwülste.

Form dieser Geschwülste entwerfen, und auch im Uebrigen so interessante histiologische Eigenthümlichkeiten zeigt, dass sie mir einer eingehenden Beschreibung werth erscheint.

In der linken Mamma einer im Uebrigen gesunden 52jährigen Tagelöhnerfrau von blühender Gesichtsfarbe, ziemlich kräftiger Statur und weisser, elastischer Haut, fand sich bei ihrer Vorstellung in der chirurgischen Klinik zu Rostock etwas nach aussen und unten von der Papille ein etwa faustgrosser, ziemlich harter, etwas höckeriger, bei Berührung schmerzloser, unter der nicht gerötheten, nur von einzelnen deutlich sichtbaren Venen durchzogenen Haut leicht verschiebbarer Tumor. Derselbe war nach Aussage der Patientin etwa $\frac{3}{4}$ Jahre vorher als eine kleine erbsengrosse, harte Geschwulst zuerst von ihr selbst bemerkt, anfangs langsam, im letzten halben Jahre bedeutend gewachsen und soll in der letzten Zeit mitunter der Sitz heftiger schneidender Schmerzen gewesen sein, bei welchen indessen das Allgemeinbefinden nicht wesentlich alterirt wurde.

Am 4. Nov. 1862 ward die Neubildung von Prof. Simon exstirpirt. Sie liess sich ziemlich leicht aus dem lockeren Bindegewebe herausschälen und ohne Mühe von der glatten Oberfläche des m. pectoralis maj. abheben. Ausser einem mässigen Wundfieber und einem hinzutretenden Erysipel der ganzen Vorderseite der linken Thoraxhälfte, welches sich indessen unter Watteverband bald verlor, traten keine bedeutenden Störungen bei Heilung der Wunde auf, und konnte Patientin am 21. Dec. 1862 mit geheilter Brustwunde entlassen werden. Sie soll sich auch jetzt ohne Recidiv und vollkommen wohl befinden.

Professor Simon hatte die Güte mir ein grosses Stück der faustgrossen rundlichen, im Ganzen ziemlich festen, aber doch elastischen Geschwulst, welche eine höckerige oder richtiger knollige, doch überall scharf begrenzte Oberfläche besass, zur Untersuchung zu überlassen. Einige dieser knolligen $\frac{1}{2}$—2 Ctm. im Durchmesser starken Prominenzen zeichneten sich bei der Untersuchung von Aussen durch grössere Weichheit und ein eigenthümliches Durchscheinen aus.

Bei der Betrachtung der Durchschnittsfläche der ganzen Neubildung konnte über den Character derselben kein Zweifel bleiben. In zahllosen kleinen, rundlichen alveolaren Lücken des faserigen Stromas fand sich eine grauliche, durchscheinende, gallertartige Masse, in welcher man bei genauer Besichtigung und leicht mit

Hülfe der Loupe gelbliche Punkte und zwar in manchen Alveolen mehrere in andern nur einen sah. An einzelnen, gewöhnlich mehr der Mitte zu gelegenen Stellen fanden sich diese gelblichen Körperchen in grösserer Anzahl, so dass sie oft die ganze Alveole auszufüllen schienen. Das Stroma im Ganzen stellte ein feinschwammiges, aber doch in den grösseren Zügen ziemlich festes, dabei überall sehr elastisches Gerüst dar, welches durch einige derbe Faserzüge von $\frac{1}{4}$—1 Mm. Dicke, die wie ein grossmaschiges, unregelmässiges Netz die ganze Geschwulst durchzogen, gestützt erschien. Von diesen Hauptseptis sah man ähnliche Züge geringeren Calibers und von diesen wieder andere kleinere und sofort abgehen, welche die grossen Räume in immer kleinere abtheilten, bis man schliesslich auf die kleinen eben besprochenen mit Gallerte ausgefüllten Alveolen kam. Den schon äusserlich durch ihre Vorwölbung und eigenthümliche Weichheit ausgezeichneten Stellen entsprachen an der Peripherie gelegene unregelmässig rundliche weich elastische Regionen von Erbsen- bis Haselnussgrösse, welche indessen mit der übrigen Geschwulstmasse durchaus fest und organisch zusammenhingen. Dieselben schienen bei oberflächlicher Betrachtung aus einer gleichförmigen grauen, etwas durchscheinenden Masse zu bestehen, welche sich aber schon bei der Betrachtung mit der Loupe auflöste in ein ganz feinschwammiges Fasermaschenwerk mit inliegender, fast klar durchsichtiger, dünner gallertiger Substanz. Eine die ganze Neubildung umschliessende Bindegewebskapsel existirte nicht, denn wenn auch an manchen Stellen eine derbe Schicht faserigen Bindegewebes die äusserste Lage darstellt, so stiessen doch manche Partien, und besonders die eben beschriebenen weichen knolligen Auswüchse unmittelbar an das umgebende Fettgewebe. Der Blutgehalt war im Ganzen gering.

Die feinere histiologische Untersuchung begann ich zunächst an der ganz frischen Geschwulst, liess dann mehrere Stücke in einer reichlichen oft gewechselten Quantität einer einprocentigen Lösung von Kali bichromicum erhärten und setzte an den so vortrefflich conservirten Theilen meine Studien fort. Als die Fragmente etwa ein Jahr in dieser Flüssigkeit gelegen hatten und etwas brüchig zu werden begannen, bewahrte ich sie ferner in Alkohol von 80° Tr.

Die Schilderung des mikroskopischen Befundes beginnt zweckmässig mit der Beschreibung des Baues jener weicheren an der Oberfläche befindlichen Partien, an denen wir schon mit der Loupe

ein feines schwammiges Fasergerüst entdeckten. Dieses unter günstigen Bedingungen auch schon mit blossem Auge zu erkennende Gerüst besteht aus einem Netzwerk von 0,001—0,004 Mm. dicken, bald strangförmigen bald mehr plattenartigen Zügen faserigen Bindegewebes mit reichlicher Beimengung elastischer Fasern (Fig. 1. a, a), welche höchst unregelmässig gestaltete, im Allgemeinen rundliche Räume von 0.1—0.4 Mm. Durchmesser umschliessen. Von diesen stärkeren Balken gehen wieder zahlreiche das Lumen einer solchen Masche in beliebiger Richtung durchsetzende Bindegewebsfaserzüge ab, welche sich ähnlich wie jene als feine Stränge oder dünne Membranen, rundliche Lücken zwischen sich lassend, netzartig verbinden, sich aber durch grössere Helle und Zartheit auszeichnen, auch meistens keine elastischen Fasern besitzen (Fig. 1. b). An den gröberen Zügen lassen sich bei scharfer Einstellung zahlreiche Kerne erkennen, welche gewöhnlich noch von einem Reste feinkörnigen Protoplasmas umgeben sind und entweder zwischen den Fibrillen liegend, durch diese gleichsam gedrückt, längsoval oder (besonders in den mehr platten Theilen) rundlich erscheinen. Auch die zarteren Bindegewebszüge zeigen Kerne mit Protoplasma, welche am deutlichsten an den membranartig verbreiterten Stellen, wo mehrere Fasern zusammentreffen oder wo diese von den stärkeren abgehen, erscheinen, oft aber auch mehr in die Länge gezogen in oder an den zarten rundlichen Strängen sich erkennen lassen. Häufig erscheinen solche Zellen mehr als seitliche Anhängsel der zarten Faserbündel und ragen zum grössten Theil in das Lumen einer Alveole hinein (Fig. 1. c); ferner finden sich mit feinkörnigem unregelmässig sternförmig in Strahlen auslaufendem Protoplasma versehene Zellen, welche nur mit einem geringen Theile, oft nur durch einen fadenartigen Ausläufer mit den Faserbalken zusammenhängen, im Uebrigen ganz und gar den Hohlräumen angehören. In diesen letzteren liegen nun unregelmässig zerstreut eine Menge wie es scheint vollständig freier, selbstständiger, bald mehr klumpig rundlicher, bald langgezogen spindelförmiger, bald unregelmässig verästelter, mit einem meist nicht scharf begrenzten feinkörnigen Protoplasma und einem gewöhnlich in der Mitte liegenden hellen, bläschenförmigen Kerne versehene Zellen (Fig. 1. e), welche zum Theil durch ihre Ausläufer anastomosiren, zum Theil völlig isolirt in der den übrigen Theil der Alveolen ausfüllenden hellen dünnen Gallert- oder Schleimmasse liegen.

Einen von dem eben beschriebenen in verschiedener Hinsicht abweichenden Bau besitzt der übrige Theil der Geschwulst. Die stärksten, den ganzen Tumor durchsetzenden Stützbalken des Stromas bestehen aus einem festen parallelfaserigen Bindegewebe (Fig. 2, a) mit einem grossen Reichthume an elastischen Fasern und zahlreichen gewöhnlich auch ohne Zusatz von Reagentien sichtbaren länglichen Kernen, welche wie beim Sehnengewebe gleichsam zwischen den Fasern eingeklemmt erscheinen. Von diesen Hauptbalken abgehend durchzieht ein aus faserigem Bindegewebe und feinen elastischen Fasern aufgebautes Stroma in der schon bei der unmittelbaren Besichtigung erkannten Weise die ganze Geschwulst, rundliche. gewöhnlich in Communikation stehende, alveoläre Höhlen bildend.

Der feinere Bau dieser in ihren Dimensionen ausserordentlich wechselnden Züge, welche sehr häufig Plattenform annehmen, stimmt mit derjenigen der gröberen Stromabalken und Platten in den zuerst geschilderten weichen Theilen überein, nur ist zu bemerken, dass die sämmtlichen von ihnen gebildeten Alveolen rundlich und glattwandig sind, also nicht so wie in den oben beschriebenen Partien noch von feineren Bindegewebsfaserzügen durchsetzt werden. Der Durchmesser dieser glattwandigen Alveolen schwankt sehr (von 0,1 —1 Mm.) und steht in keiner bestimmten Beziehung zur Lokalität, so dass man grosse und kleine dicht neben einander sehen kann. Ihr Inhalt besteht, wie schon die einfache Besichtigung lehrte, aus einer klar durchscheinenden etwas grünlichen Gallertmasse, in welche hell gelbliche Körperchen eingebettet liegen. Bei der mikroskopischen Betrachtung lenken zunächst die letzteren (Fig. 1, f, f; Fig. 2, b, c, d, e) durch ihren eigenthümlichen, bei der übergrossen Mehrzahl im Wesentlichen übereinstimmenden Bau die Aufmerksamkeit auf sich. Es sind rundliche, meistens annähernd kugelige (Fig. 1, f; Fig. 2, b, c), bisweilen auch kolbenförmig gestaltete (Fig. 2, d, e) blasige Hohlkörper von 0,1—0,005 Mm. Durchmesser, welche weder untereinander noch mit anderen ähnlich gebauten Theilen zusammenhängen, vielmehr völlig frei in der umgebenden Gallertmasse schweben. Die grösste Regelmässigkeit in Form und Bau besitzen diejenigen, welche man aus Stellen der Geschwulst entnimmt, wo nur einer oder wenige dieser Körper in einer Alveole liegen; da, wo die Zahl reichlicher wird und manche Alveolen ganz vollgepfropft erscheinen, werden die Formen unregelmässiger, auch hängen dort wohl zuweilen zwei durch eine schmale röhrenartige Brücke zusammen.

Die Wandung dieser Gebilde besteht aus schönen, regelmässig entwickelten Cylinderepithelzellen, welche mit ihren Längsseiten aneinandergelagert durch die in gleichem Niveau gelegenen, glatt abgestutzten Aussenseiten die glatte äussere Kugel- oder Kolbenfläche herstellen, bei der Ansicht von oben (Fig. 2, b, d) eine mosaikartige, bei tieferer Einstellung (Fig. 2, c, e) eine zum Mittelpunkt der Kugel radiäre Anordnung zeigen. Der flüssige Inhalt dieser Hohlkugeln erscheint bei manchen völlig homogen (Fig. 2, c), bei anderen lassen sich feine Fetttröpfchen im Innern erkennen (Fig. 2, c). Eine genauere Untersuchung der einzelnen epithelartigen Zellen nach Zertrümmerung der Kapseln ergiebt, dass stets nur eine Lage derselben die Wandung bildet, höchstens findet sich ab und zu eine scheinbar degenerirte Zelle in tieferer Lage zwischen den inneren, gewöhnlich etwas keilförmig verschmälerten und stets wie corrodirt aussehenden Enden der übrigen (Fig. 4, b). Jede Zelle besitzt einen hellen, meist länglichen Kern mit kleinen Kernkörperchen. Der zwischen dem Kerne und der deutlich entwickelten Zellenmembran liegende feinkörnige Inhalt ist meist ziemlich hell, erscheint aber zuweilen durch zahlreiche kleine starklichtbrechende Körnchen, welche wohl als feine Fetttröpfchen anzusehen sind, dunkel und trübe. Die Höhe der Zellen ist an ein und derselben Blase stets ziemlich gleich, schwankt aber bei den verschiedenen Kugeln bedeutend (von 0,02—0,008 Mm.) Fig. 4, a, b, c, d, so dass bei einigen kaum noch von Cylinderform gesprochen werden kann.

Gegen die umgebende Gallerte sind die Hohlkugeln scharf abgesetzt, und fallen auch bei der Anfertigung feiner Schnitte häufig aus derselben, sich vollständig glatt ablösend heraus. Was nun diese Gallertmasse selbst betrifft, so ist sie durchaus nicht so structurlos, wie man es dem äusseren Ansehen nach glauben könnte. In einer klaren, graugelblichen, geleeartigen Grundmasse, welche sich an Bruchstücken mit einem scharfen feinen Rande markirt, lässt sich deutlich auch bei schwacher Vergrösserung eine im Allgemeinen der Wand der Alveole parallel ziehende Streifung erkennen, und bei stärkerer Vergrösserung sieht man, dass die diese Streifung bewirkenden schmalen, ab und zu mit leichten spindelförmigen Anschwellungen versehenen dunkeln Linien durch feine in Reihen hintereinander liegende Körnchen, welche ganz den Eindruck von Zellendetritus machen, gebildet werden (Fig. 2, e, e). Sehr oft aber liegt in einem solchen Körnchenzuge auch noch ein mehr oder minder deut-

lich zu erkennender langgezogener Kern (Fig. 1, g; Fig. 2, f), und an manchen Stellen sogar völlig wohl erhaltene mit reichlichem feinkörnigen Protoplasma versehene rundliche oder spindelförmige Zellen (Fig. 1, h; Fig. 2, g), welche man wohl den in den Lücken der zuerst besprochenen weicheren Theile der Geschwulst gefundenen frei liegenden Zellen (Fig. 1, e, e) an die Seite stellen kann. In einzelnen Alveolen findet man statt vereinzelter Zellen dieser Art zwei oder mehrere dicht neben einander liegend, welche jüngst durch Theilung aus einer einzigen Zelle entstanden zu sein scheinen. Sie liegen dann bald in spindelförmigen (Fig. 2, h), bald bei reichlicherer Anhäufung in mehr kugelförmigen (Fig. 1, i, k, k) Gruppen zusammen, und diese Kugelform wird an manchen, besonders den grösseren Haufen durch Abplattung der äusseren Flächen der die oberflächlichste Lage bildenden Zellen so eclatant (Fig. 1, k, k), dass sich eine grosse Aehnlichkeit mit den oben beschriebenen blasigen Gebilden nicht verkennen lässt.

Ich glaube es kann nach diesem Befunde, — wenn man überhaupt aus dem Nebeneinandervorkommen von Uebergangsformen einer histiologischen Bildung zu einer anderen Schlüsse ziehen darf auf die Histiogenese dieser letzteren, — nicht zweifelhaft sein, dass die oben beschriebenen Hohlkugeln und Kolben aus Zellen hervorgingen, wie sie in den unregelmässigen Stromalücken der weicheren, wahrscheinlich jüngsten Partien der Geschwulst in Menge, und auch noch in der die Alveolen der übrigen Masse erfüllenden Gallerte, reich an feinkörnigem Protoplasma und mit einem grossen hellen Kerne versehen, hie und da gefunden werden. Durch reichliche Vermehrung einzelner dieser Zellen entstanden rundliche Zellenhaufen, wie wir sie noch etwa in Fig. 1, k, k sehen, welche allmälig durch äussere Abplattung und seitliche Compression der oberflächlichen Zellen das Ansehen der Hohlkugeln gewinnen. Es braucht dann nur noch eine allmälige Verflüssigung und Degeneration der innersten Zellen, wie wir sie aus dem verschieden grossen Lumen gleich grosser Blasen wohl erschliessen können, einzutreten, um eine vollständige Hohlkugel der oben beschriebenen Art entstehen zu lassen. Während dieses Processes trugen dann die übrigen noch in den Stromalücken gelegenen freien Zellen, wahrscheinlich nach geschehener Vermehrung und unter allmähliger schleimiger oder colloider Degeneration, zur Bildung und Vermehrung der Gallertmasse bei, schliesslich nur noch Reste feiner Körnchenmasse hinterlassend.

Besondere Erwähnung verdienen noch folgende an vereinzelten Stellen der Geschwulst gefundene Bildungen. Hie und da bemerkt man an der Peripherie der kleinen weicheren Partien der Geschwulst vollständig isolirte grössere Zellen von eigenthümlichem Bau. Um einen deutlichen bläschenförmigen Kern mit Kernkörperchen zeigt sich diesem eng anliegend eine breite stärker lichtbrechende Zone einer Substanz mit concentrischer Schichtung (Fig. 3, a), entfernt an die sogenannten Knorpelkapseln erinnernd. Der Durchmesser dieser geschichteten, unregelmässig rundlichen Masse beträgt etwa 0,02 — 0,04 Mm. Ob die in unregelmässige Fortsätze auslaufende Lage feinkörniger Substanz, welche wie ein Mantel jenen geschichteten Theil umgiebt, schon in der frischen Geschwulst bestand oder nur ein durch die Kali bichromicum-Lösung oder den schliesslich angewandten Alkohol entstandener Niederschlag ist, kann ich nicht entscheiden, da ich diese eigenthümlichen Zellen bei der Untersuchung der frischen Geschwulst noch nicht bemerkt hatte. Ferner begegnet man, wenn auch selten, etwas kleineren concentrisch geschichteten, starklichtbrechenden Körpern von unregelmässig rundlicher, auch wohl knolliger Form, welche in der Mitte eine trübe, feinkörnige Masse einschliessen (Fig. 4, l, f), sogenannte Colloidkugeln. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass die vorher geschilderten in Fig. 3, a dargestellten Zellen die histiogenetischen Anfänge dieser letzteren Gebilde darstellen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XX.

Fig. 1. Theil eines Schnittes von der Grenze zwischen einer der weicheren Stellen und der derberen Hauptmasse der Geschwulst. Die oben und links gelegene Partie gehört der weicheren Masse an.

Fig. 2. Theil eines Schnittes aus der Mitte der Geschwulst, in der Nahe eines gröberen Stromabalkens, a.

Fig. 3. Eine geschichtete Zelle mit ihrer nächsten Umgebung aus der Peripherie einer der weicheren Partien.

Fig. 4. a, b, c, d. Zellen aus der Wandung der kugel- oder kolbenartigen Hohlgebilde.

Fig. 4. e, f. Colloidkugeln.

Ueber Darwinella aurea, einen Schwamm mit sternförmigen Hornnadeln.[1])

Von

Fritz Müller.

Hierzu Taf. XXI.

Am Strande der Praia de fora bei Desterro findet sich äusserst selten an Steinen oder Tangen ein kleiner goldgelber Hornschwamm, der sich dadurch vor allen bekannten Schwämmen auszeichnet, dass er ansehnliche sternförmige Nadeln enthält, die nicht aus Kalk oder Kiesel, sondern aus einem wie es scheint von dem der Fasern nicht verschiedenen. in kochender Kalilauge löslichen Stoffe bestehen.

Das Aeussere des Schwammes hat, die schöne Goldfarbe abgerechnet, nichts Besonderes. Bald sah ich ihn als ganz dünnes Häutchen einige Quadratlinien bis etwa einen halben Quadratzoll eines Steines überziehen, bald zarte Tange in einer wenige Linien dicken Schicht umwachsen und dann Formen annehmen der ähnlich, die O. Schmidt von Spongelia incrustans abgebildet hat.[2]) Möglich, ja wahrscheinlich ist es, dass die Stelle, an welcher der Schwamm so äusserst selten vorkommt, nicht sein eigentlicher Standort ist, und dass er an letzterem zu beträchtlicherer Grösse heranwächst und dann auch in eigenthümlicher bezeichnender Tracht auftritt.

Die Spitzen der kegelförmigen Höcker, welche wie bei anderen

1) Max Schultze, dem ich im vorigen Jahre ein Bruchstück des Schwammes mittheilte, nannte ihn Darwinia (Verhandl. d. naturhist. Vereins d. Rheinlande und Westphalens, Jahrg. XXII, 1865, Sitzungsberichte p. 6); da dieser Name seit 1855 von Spence Bate an einen Amphipoden vergeben ist, habe ich ihn in Darwinella geändert.

2) Oscar Schmidt, Spongien des adriatischen Meeres. Taf. III, Fig. 7.

Hornschwämmen die Oberfläche bedecken, erscheinen heller als die übrige Oberfläche, da sie von den farblosen Enden der in die Höcker aufsteigenden Fasern eingenommen werden. Nur selten tritt beim frischen Schwamm eine oder die andere Faser frei über den Höcker vor; dagegen sehe ich bei einem in Weingeist aufbewahrten Stücke die meisten Fasern hervorstehen. Ein rundes Ausströmungsloch habe ich nur einmal, an einer sonst nicht ausgezeichneten Stelle eines Schwammes gesehen; es hatte wohl kaum 1 Millim. Durchmesser. — Mit der einfachen Linse sieht man auf der Oberfläche ein dichtes Netzwerk zarter gesättigt gelber Linien; sie bestehen, wie stärkere Vergrösserungen zeigen, aus spindelförmigen Anhäufungen gelber Körnchen, ganz ähnlich denen, die O. Schmidt von Spongelia elegans gezeichnet hat.[3]) Ueber ihnen zieht sich eine dünne, farblose, körnchenfreie Hautschicht hin.

Die zwischen den Hartgebilden liegende Schwammmasse ist sehr weich und wird durch zahlreiche gelbe Körnchen undurchsichtig gemacht. Ich kann über ihren Bau nichts weiter sagen, da ich nie Zeit fand, wenn mir einmal dieser seltene Fund in die Hände fiel, ihn sofort zu untersuchen; schon nach einigen Tagen aber fand ich ihn in Gläsern mit Seewasser immer abgestorben und die Weichtheile so weit zersetzt, dass sie leicht zwischen Fasern und Nadeln herauszuspülen waren. An der Luft geht die schöne Goldfarbe rasch in ein dunkles schmutziges Braun über.

Abweichend, so viel ich weiss, von allen bisher beschriebenen Hornschwämmen, aber übereinstimmend mit zwei anderen hiesigen Arten bilden die schwach verästelten Fasern der Darwinella kein zusammenhängendes Geflecht, sondern steigen entweder ganz getrennt empor (Fig. 1) oder verkleben doch nur hie und da miteinander. Den gemeinsamen Boden, von dem sich die Fasern erheben, bildet eine dünne Haut, mit welcher der Schwamm seine Unterlage überkleidet und die in chemischer Hinsicht nicht von den Fasern und Nadeln verschieden scheint; alle diese Hartgebilde bleiben in kalter Kalilauge oder concentrirter Schwefelsäure wenigstens während einiger Stunden unverändert, lösen sich aber rasch in starker kochender Kalilauge.

Die Fasern, deren Verästelungsweise aus den beigegebenen Zeichnungen (Fig. 1—4) ersichtlich ist, sind elastisch, blass horngelb und

3) O. Schmidt. Supplement der Spongien des adr. Meeres. Taf. I, Fig. 9—11.

verjüngen sich ganz allmählig nach der Spitze zu; eine 4 Mm. lange Faser z. B. von 0,06 auf 0,016 Mm. — Die Spitze selbst ist abgerundet (Fig. 6).

Man unterscheidet an den Fasern eine durchsichtige, anscheinend festere Rinde und ein mehr oder weniger getrübtes, anscheinend weicheres Mark. Die Rinde wird nach der Spitze zu dünner und fehlt der äussersten Spitze ganz. Mark wie Rinde sind deutlich geschichtet. In der Rinde sind die Schichtungslinien im Allgemeinen der Achse der Faser gleichlaufend; kleine Biegungen der Faser werden durch die später abgesetzten Schichten wieder ausgeglichen. Im Marke wiederholen die Schichtungslinien im Allgemeinen die Form der Spitze der Faser, bilden also quere, mehr oder weniger stark nach oben gewölbte Flächen, durch die das Mark oft ein gekammertes Aussehen erhält. Die Schichten des Markes gehen unmittelbar über in die der Rinde; es sind eben dieselben Schichten. Jede neue Schicht, die sich auf der Faser absetzt, bildet eine sie umhüllende zarte Röhre, die oben durch eine dicke gewölbte Kuppel geschlossen ist. Die Röhren bilden die Rinde, die Kuppeln das Mark. — Ich finde bei Darwinella nichts, was auf ein Wachsthum der Fasern durch »Intussusception« hinwiese, wie es Schmidt für Spongia annimmt[4]). Natürlich kann ich nicht die Richtigkeit dieser Auffassung für Spongia anzweifeln wollen; für Darwinella aber muss ich meine entschiedene Meinung dahin aussprechen, dass die Fasern einzig durch Auflagerung neuer Schichten wachsen. Besonders belehrend sind in dieser Beziehung Fasern, deren Wachsthum, — wahrscheinlich dadurch, dass sie über die Oberfläche des Schwammes hervorragten —, längere Zeit unterbrochen wurde. Diese stark gedunkelten und verhärteten jedenfalls leblosen Spitzen wachsen später, wenn sie wieder von der Schwammmasse überdeckt werden, in ganz derselben Weise weiter, wie früher (Fig. 7). Bei Fasern, die ihre Spitze verloren hatten (Fig. 8), sieht man nie vom Marke aus einen jungen Zapfen hervorwachsen, wie es Schmidt bei Spongia sah; es lagern sich einfach neue Schichten darüber, durch welche sie weiter wachsen. Man kann daher bei Darwinella nicht sagen, dass die Faser sich »neue Schichten der umgebenden weicheren Muttersubstanz assimilirt«[4]). Wollte man selbst den allem Anschein nach abgestorbenen Fasern dies Vermögen noch zugestehen, so würde man es doch nicht

4) Suppl. der Spongien des adr. Meeres. S. 8.

auf fremde Körper ausdehnen können, auf die der Schwamm in ganz gleicher Weise hornige Schichten absetzt. So sah ich ganze Zweige eines zarten mit Gemellaria verwandten Moosthierstockes vollständig von einer geschichteten Hülle umschlossen und diese Schichten gingen ununterbrochen über in die einer Schwammfaser.[5]) Auch der Fig. 10 gezeichnete Fall, wo ein junger Ast wieder von den später abgesetzten Schichten des Stammes überlagert und in den Stamm wieder aufgenommen worden ist, lässt sich als Beweis dafür anführen, dass ihm keinerlei Wachsthum von innen heraus zukam, dass er sich bei seinem Wachsthume vielmehr ebenso leidend verhielt, wie jeder andere feste Körper, auf dessen Oberfläche das Protoplasma des Schwammes erhärtend Schichten absetzt.

Die Aeste treten auf als kugelförmige Hervorragungen der äussersten Schicht des Stammes, unter denen die älteren Schichten unbehelligt und geradlinig fortgehen, so dass die Aeste aussehen wie ganz unabhängige, dem Stamme äusserlich aufgeleimte Gebilde. Anfangs structurlos, mit einfachem Umriss, erscheinen sie bald geschichtet. Die Ursprungsstellen älterer Aeste erscheinen, wie das auch anderen Beobachtern an anderen Schwämmen aufgefallen ist, stark verdickt, indem die äusseren Schichten in immer flacher werdenden hyperbolischen Linien vom Ast auf den Stamm übergehen (Fig. 9). Noch auffallender ist dieselbe Erscheinung an geknickten Fasern (Fig. 9); auch hier folgen die späteren Schichten an der Innenseite des durch die Knickung entstandenen Winkels dessen Schenkeln nicht bis zum Scheitel, sondern biegen in immer grösseren und flacheren Bogen aus der Richtung des einen in die des anderen um.

---

5) Ich will mir erlauben bei dieser Gelegenheit eine Vermuthung auszusprechen über die sonderbaren aus der Oberfläche der Spongelia fistularis Schmidt (Suppl. S. 28. Taf. II, Fig. 28, 29. Taf. III, Fig 4.) hervorragenden Röhren. Ich fand kürzlich ein Reniera, deren Oberfläche dicht bedeckt war mit kreisrunden auf kleinen Erhebungen angebrachten scharfrandigen Oeffnungen, die in tiefe glattwandige Röhren führten. Dazwischen lagen die gewöhnlichen Ausströmungslöcher. Ich meinte, eine ganz wunderbare neue Gattung gefunden zu haben. Als aber mein Schwamm ruhig in einem Glase mit Seewasser lag, kamen aus jedem Loche die beiden zarten langen Fangfäden einer winzigen Spiodee hervor und tasteten lustig umher. Nach dem Trocknen treten die Röhren von Schwammnadeln bedeckt mehrere Millimeter über die eingeschrumpfte Oberfläche des Schwammes hervor. — Sollten nicht die Röhren der Spongelia fistularis auch aus Wurmröhren entstanden sein, die von den Fasern des Schwammes aus mit einer hornigen Hülle umkleidet wurden?

Ebenso geschieht es, wo zwei sich kreuzende Fasern mit einander verkleben, in den von ihnen gebildeten Winkeln.

Diese Ausfüllung geradliniger Winkel durch hyperbolisch gekrümmte Schichten, sowie umgekehrt bei kleineren Biegungen der Faser, die Rückkehr der später abgelagerten Schichten zu geraden Linien scheinen darauf hinzuweisen, dass sie nicht aus einer ruhenden Umgebung, dass sie vielmehr aus einer über die Fasern hin sich bewegenden Masse abgesetzt wurden. Die Bildungsgeschichte der Fasern scheint, mit Einem Worte, ganz dieselbe zu sein, wie nach Schachts Darstellung[6]) die der Zellstofffäden in der Aussackung des Embryosacks von Pedicularis silvatica und im Innern von Caulerpa.

Nicht selten (Fig. 2) sind die Fasern auf weite Strecken dicht bedeckt mit einer bräunlichen einzelligen Alge.

Zwei andere Hornschwämme unserer Küste stimmen im Bau der Fasern vollständig mit Darwinella überein.

Neben den Fasern enthält Darwinella zahlreiche ansehnliche sternförmige Nadeln. Dieselben haben drei bis acht schlanke allmälig zu einer meist scharfen Spitze verjüngte Strahlen, deren Länge von 0,1 bis über 1 Mm. wechselt; an derselben Nadel sind sie nahe zu gleich lang. Die Anordnung der Strahlen ist eine ziemlich mannichfaltige (Fig. 2—5); bis jetzt kamen zur Beobachtung:

1) Nadeln mit 3 Strahlen; diese genau oder nahezu in derselben Ebene zusammenstossend:
   a) unter Winkeln von etwa 120°;
   b) unter Winkeln von 180°, 90° und 90°;
   c) unter Winkeln von etwa 180°, 120° und 60°.
2) Nadeln mit 4 Strahlen:
   a) rechtwinkliges Kreuz;
   b) schiefwinkliges Kreuz mit Winkeln von 120° und 60°; selten;
   c) zwei Strahlen bilden einen rechten Winkel, die beiden andern eine auf dessen Ebene senkrechte Gerade; sehr selten;
   d) dreistrahliger Quirl, d. h. drei Strahlen in einer Ebene, Winkel von etwa 120° bildend, der vierte darauf senkrecht; häufig.

---

6) H. Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiol. der Gewächse. I. Theil, S. 45. Taf. I, Fig. 44, 45. Vergl. auch M. Schultze die Hyalonemen. Bonn 1860, pag. 24 Anm.

3) Nadeln mit 5 Strahlen:
  a) drei Strahlen in einer Ebene; die beiden andern bilden eine darauf senkrechte Gerade; nicht selten;
  b) vierstrahliger Quirl; d. h. vier Strahlen bilden ein Kreuz, auf dessen Ebene der fünfte senkrecht steht; häufig.
4) Nadeln mit 6 Srahlen:
  a) die Strahlen bilden drei auf einander senkrechte Gerade; nicht selten;
  b) fünfstrahliger Quirl; sehr selten;
5) Nadeln mit 7 Strahlen }
6) Nadeln mit 8 Strahlen } selten.

Wie die Fasern zeigen auch die Nadeln eine deutliche Scheidung in Mark und Rinde; die innere Grenzlinie der Rinde pflegt sogar weit schärfer als bei den Fasern hervorzutreten. Nach der Spitze der Strahlen zu wird die Scheidung in Mark und Rinde weniger deutlich. Während bei den Fasern die Rinde nach der Spitze zu schwindet und diese selbst nur aus dem bogig geschichteten Marke besteht, verjüngt sich bei den Nadeln das Mark rascher als die Rinde und die Spitze scheint marklos zu sein. Eine grössere Markhöhle am Kreuzungspunkte der Strahlen pflegt namentlich bei kleinen drei- oder vierstrahligen Nadeln sehr deutlich zu sein. (Fig. 11.)

Eine Schichtung der Rinde ist bei frischen Nadeln kaum wahrzunehmen; bisweilen sieht man einige recht deutliche oberflächliche Schichtungslinien, aber überzeugt sich dann meist leicht, dass diese nicht der Nadel selbst, sondern nachträglich auf sie abgesetzten Schichten angehören. Nach kurzem Kochen in schwacher Kalilauge, wobei die Nadeln etwas aufgequollen waren, trat dagegen die Schichtung der Rinde deutlich hervor. Das Mark zeigte sich in diesen gekochten Nadeln verschrumpft, wellig gebogen und durch einen deutlichen Zwischenraum von der Rinde geschieden. Ebenso sah ich es bisweilen (Fig. 12) nach mehrtägigem Liegen des Schwammes in Wasser. Einigemal sah ich im Marke, doch nie recht deutlich, Linien die spitze Winkel, mit der Spitze der Strahlen zugewandtem Scheitel, bildeten; — vielleicht Schichtungslinien, die dann wie bei den Fasern die Form der Spitze wiederholen würden.

Die Nadeln liegen hauptsächlich in den tieferen Theilen des Schwammes, wo sie um die Stämme und älteren Aeste der Fasern oft ein dichtes Gewirre bilden. Nicht selten herrschen bestimmte

Nadelformen an bestimmten Stellen vor; so zeigt Fig. 4 lauter vierstrahlige Nadeln und so waren die im Allgemeinen seltenen sieben- und achtstrahligen Nadeln, die mir früher nie vorgekommen waren, an einer kleinen Stelle eines vor Kurzem untersuchten Schwammes, dem Fig. 2 und 3 entnommen sind, ziemlich häufig. Die Nadeln liegen theils frei in der weichen Schwammmasse, theils sind sie mit den Fasern verklebt, oder selbst vollständig in sie eingeleimt. Selten verkleben zwei sich kreuzende Strahlen verschiedener Nadeln. Auch an die die Unterlage des Schwammes überziehende Haut können Nadeln befestigt werden. Es finden sich in diesen Fällen stets die uns schon bekannten hyperbolischen Schichtungslinien.

Meist sind die Strahlen der Nadeln gerade ausgestreckt; doch ist bisweilen der eine oder andere Strahl unter einem stumpfen oder selbst rechten Winkel gebogen und die umgebogenen Spitzen sind dann, soviel ich gesehen, immer festgeleimt; — wahrscheinlich, weil die elastischen Strahlen, durch Druck von aussen gebogen, bei Nachlass des Druckes sich wieder strecken, wenn sie nicht inzwischen an benachbarte Fasern festgekittet worden sind.

Während bei Darwinella die Nadeln ausserhalb der Fasern liegen und nur ausnahmsweise mehr oder weniger vollständig in sie aufgenommen werden, pflegen bei Kieselschwämmen mit entwickeltem Fasergerüste [7]) die Nadeln den Fasern eingebettet zu sein. Doch ist dieser Unterschied kein wesentlicher; denn auch bei letzteren entstehen die Nadeln wohl immer ausserhalb der Fasern und werden erst später von ihnen umwachsen.

Freunden Darwin's werden die eben besprochenen Hornnadeln ein erfreulicher Fund sein, da sie einen willkommenen Anhalt bieten für die Anwendung seiner Lehre auf die Klasse der Schwämme. Wenn irgendwo, so zeigte sich in dieser Klasse die Auffassungsweise von Agassiz in entschiedenem Vortheile über die Lehre Darwin's. Die gleichen Gestalten (z. B. dreistrahlige Sterne) waren einmal in

7) Diese Corneosilicispongiae, wie sie Schmidt nennt (Supplement S. 42) können keinenfalls eine systematische Abtheilung bilden, da von nächst verwandten Arten die einen ein höchst entwickeltes Fasergerüst besitzen können, während bei den anderen kaum die Spitzen der Nadeln durch eine Spur erhärteten Protoplasmas verklebt sind. Das Letztere ist z. B. nach Schmidt der Fall bei seiner Reniera aquaeductus, das Erstere bei einer der genannten bis auf die Farbe höchst ähnlichen hiesigen Art; man wird diese Arten nicht auseinander reissen dürfen.

kohlensaurem Kalk, ein anderes Mal in Kieselsäure ausgeführt, zwei so verschiedenen Stoffen, dass das Band, welches in der Uebereinstimmung der Form sich unverkennbar kund gab, eben nur, wie Agassiz will, ein geistiges sein zu können schien. War die Thierwelt geschaffen nach einem vorbedachten Plane, so leuchtete ein, wie in diesem Plane zuerst im Allgemeinen der Gedanke einer Schwammnadel gefasst, wie eine bestimmte Nadelform vorgezeichnet und wie dann zu deren Ausführung bald der eine, bald der andere Stoff gewählt werden konnte. Wie aber sollte man die Kalk- und die Kieselschwämme aus einer nicht blos gedachten, — wie sollte man sie im Sinne der Darwin'schen Lehre aus einer in bestimmten irdischen Stoffen lebendigen Urform ableiten? Es war offenbar eine dreifache Annahme möglich.

Man konnte Kalk- und Kieselnadeln als wesentlich verschiedene unabhängig von einander entstandene Gebilde betrachten und sich dabei etwa auf die den Kalknadeln mangelnde feine Höhlung in der Achse der Kieselnadeln berufen.

Man konnte zweitens Kieselnadeln aus Kalknadeln oder umgekehrt hervorgehen lassen. Letztere Annahme wurde indess ebenso unwahrscheinlich durch die Verschiedenheit des Stoffes, wie erstere durch die Uebereinstimmung der Formen.

Man konnte drittens zu der Annahme einer einfach hornigen Grundform greifen, die später bei den einen verkalkt, bei den anderen verkieselt sei; aber auch diese Annahme dürfen die Gegner abweisen mit der Forderung, doch irgend welche Spur dieser »imaginären nur zur Stütze einer phantastischen Theorie herbeigerufenen« [8]) Hornnadeln aufzuweisen. — Nun denn, die Hornnadeln haben nicht nur bestanden, sie bestehen noch und damit ist der dritten, an sich schon ansprechendsten Annahme eine gewisse thatsächliche Stütze gegeben.

Zum Schluss, um auch der Schule gerecht zu werden, die Diagnose der neuen Gattung.

Darwinella: Ceratospongiae fibris dendroideis in rete non conjunctis et spiculis magnis stelliformibus in kali caustico solubilibus praeditae.

8) The supposed intermediate forms between the species of different geological periods are »imaginary beings, called up merely in support of a fanciful theory« Agassiz, Contributions to the Nat. Hist. of the U. S. Vol. III, S. 90.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXI.

Die Abbildungen stellen sämmtlich Fasern und Nadeln der Darwinella aurea dar, und zwar Fig. 1–5 bei 15maliger, 6–11 bei 90maliger und Fig. 12 bei 360maliger Vergrösserung. — Man beachte in

Fig. 1. den heutigen Ueberzug über den Tang, dem die Schwammfaser aufsitzt, das abgebissene Ende des dunkleren von jüngeren Schichten umschlossenen Stammes, die Verschmelzung des 2. und 4. Astes, die durch spätere Schichten ausgeglichene Biegung am ersten Zweige des 4. Astes; in

Fig. 2. den dunklen Ueberzug (von einzelligen Algen) auf einem Theile der Fasern und Nadeln; links die grosse achtstrahlige Nadel, unten in der Mitte die Verklebung zweier sich kreuzender Nadeln, links die vierstrahlige Nadel, von der ein Strahl an den häutigen Ueberzug des Tanges befestigt ist, während von einem andern sich eine Faser erhebt. (Es sind in dieser Figur kaum die Hälfte der in dem Präparat vorhandenen Nadeln gezeichnet); in

Fig. 3. die fast vollständig eingekittete vierstrahlige Nadel links; in

Fig. 4. den Ursprung der Fasern aus der häutigen Ausbreitung und die umgebogenen festgeleimten Spitzen an den beiden obern Nadeln.

Fig. 5. Einzelne Nadeln.

Fig. 6. Spitze einer Faser.

Fig. 7–10. Unregelmässig geschichtete Fasern, aus deren Schichtung man ebenso ihre ganze Lebens- und Leidensgeschichte herauslesen kann, wie aus den Jahresringen eines Baumes seine mageren und fetten Jahre u. s. w.

Fig. 7. Aus einer Faserspitze, die längere Zeit über ihren Höcker frei vorstand, dabei erhärtete und dunkelte und auf der sich in dieser Zeit eine Diatomee angesetzt hat, erhob sich später eine seitliche Faser, die aber bald dasselbe Schicksal hatte; nachdem beide wieder vom Schwamm überwachsen worden, ist von jeder Spitze ein Zweig weiter gewachsen; in dem Winkel zwischen beiden erscheinen hyperbolische Schichtungslinien.

Fig. 8. Eine Faser wurde abgefressen und entblösst; in der Wundfläche häufte sich Schmutz an; später wurde sie wieder überwachsen und ein junger Ast bildete sich an ihrem Ende.

Fig. 9. Eine Faser wurde rechtwinklig geknickt; der Winkel füllte sich mit hyperbolisch gekrümmten Schichten; an der Aussenseite des wagerechten Schenkels bildete sich ein Zweig, der in der ursprünglichen Richtung der Faser weiter wuchs. Links sieht man eine der Faser aufgeleimte Nadelspitze

Fig. 10. Zwei entblösst gewesene Faserenden sind verklebt; an der einen sind unter dem Ursprung eines seitlichen Astes einige fremde Körnchen hangen geblieben; der seitliche Ast wurde verbogen, aber die Biegung durch jüngere Schichten wieder ausgeglichen; ungefähr um

dieselbe Zeit, und vielleicht durch dieselbe Ursache wurde die Spitze eines jüngeren Zweiges umgebogen, und in Folge davon von den später abgesetzten Schichten des Stammes umschlossen und seinem Bestehen als Zweig ein Ende gemacht.

Fig. 11. Kleine dreistrahlige Nadeln mit grosser Höhle am Kreuzungspunkte der Strahlen.

Fig. 12. Stück des Strahles einer grossen Nadel, nach mehrtägigem Liegen in Wasser hat sich das Mark deutlich von der Rinde abgehoben und erscheint wellig (schraubenförmig?) gebogen.

Desterro, September 1865.

Ueber den Ossifikationsprocess.

Von

Prof. Dr. Waldeyer in Breslau.

Hierzu Taf. XXII.

Die bekannten Arbeiten Heinrich Müller's[1]) über den Ossifikations-Process hatten eine wesentliche Lücke gelassen. Grade da, wo es darauf ankam zu erklären, woher die sogenannte Knochengrundsubstanz stamme, liessen uns die so sorgfältigen und genauen Beobachtungen des genannten Forschers im Stich. Im Allgemeinen fasst Müller die Knochengrundsubstanz als ein Ausscheidungsproduct auf; er lässt es aber, l. c. p. 164, selbst noch unbestimmt, von welchen Gebilden, ob von den Markzellen, den sternförmigen Knochenzellen oder den Blutgefässen diese Ausscheidung geschehe. Auch über die Entstehung der zackigen Knochenkörperchen mit ihren reichlich verästelten Ausläufern finden wir in den Müller'schen Aufsätzen nur ungenügende Auskunft[2]).

Wir hätten für diese Dinge um so mehr von Müller die erforderliche Aufklärung erwarten dürfen, als grade er bei der Ossifikation des hyalinen Knorpels die Knorpelgrundsubstanz als Grundlage der lamellösen Knochensubstanz beseitigt hatte; um so mehr, sage ich, musste sich die Frage aufdrängen, woher nun diese feste, compacte Masse, welche die Knochenlamellen constituirt?

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 9. 1858; cf. namentl. pag. 160 ff.

Würzburger naturwiss. Zeitschrift, Jahrg. 1863 pag. 29 ff.

2) Man vergleiche die Darstellnng in Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 9. pag. 165 ff.

Die Arbeiten von Lieberkühn [1]) haben für den hyalinen Knorpel den alten Standpunkt zurückzuerobern versucht. Es heisst, Reichert's und Du Bois Reymond's Archiv 1862 p. 705: »An die Stelle des hyalinen Knorpelgewebes setzt sich niemals andere Knochensubstanz als die aus ihm hervorgehende. Der ossificirende hyaline Knorpel ist nur ein Bildungsstadium des Knochens. — Die strahligen Knochenkörper der aus hyalinem Knorpel hervorgehenden Knochen entstehen durch Verdickungsschichten, welche unter Zurückbleiben von Porenkanälen an die verirdeten Wände der geschlossenen Knorpelhöhlen sich lagern, also durch successive Verengerung der letzteren, und durch eine weiter vorrückende Resorption der Knochensubstanz von den Enden der Porenkanälchen aus. Die in den Knochenhöhlen eingeschlossenen Zellenreste sind bei den aus hyalinem Knorpel hervorgegangenen Knochen stets Reste der Knorpelzellen selbst.«

Wenn damit nun auch eine Erklärung der Entstehung der Knochengrundsubstanz gegeben wäre, wir würden doch die eigenthümliche Form und Anordnung der Knochenkörperchen kaum begreifen, da sie so wenig mit der der Knorpelzellen übereinstimmt. So manchen schätzenswerthen Beitrag für das Verständniss der Ossifikation und des Knochenbaues wir durch Lieberkühn erhalten haben, so ist doch seiner Grundanschauung die Beistimmung Anderer nicht geworden. Baur [2]) kam gleichzeitig zu wesentlich denselben Resultaten wie H. Müller. Die neuern Mittheilungen über unsern Gegenstand von Gegenbaur [3]), Landois [4]) und mir [5]) betonen die Richtigkeit der H. Müller'schen Lehre, so weit sie die Betheiligung des Knorpels am Ossifikationsprocesse betrifft.

Mit Zugrundelegung und Bestätigung der Ansichten H. Müller's hat nun kürzlich Gegenbaur (l. c.) die Mängel, welche die

1) Reichert's und Du Bois Reymond's Archiv 1862 »Ueber die Ossifikation des hyalinen Knorpels« pag. 702 ff. Ibid. 1863 »Beiträge zur Lehre von der Ossifikation« pag. 614. Ibid. 1864 »Ueber Knochenwachsthum« pag. 598.

2) Müller's Archiv 1857.

3) Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturw. I. Band 1864 Hft. 3.

4) Centralblatt für die medic. Wissensch. Berlin 1865.
Nr. 16 v. 8. April 1865 »Ueber die Ossifikation der Geweihe.«
Nr. 18 v. 27. April »Ueber den Ossifikationsprocess.«
Nr. 32 v. 22. Juli »Ueber die Ossifikation der Sehnen.«

5) Berliner Centralblatt für die med. Wissenschaft Nr. 8. vom 8. Februar 1865.

Müller'sche Darstellung noch liess, ergänzt, indem er die von ihm sogenannten Osteoblasten [1]) entdeckte.

Gegenbaur unterscheidet in den primären Markräumen (cf. später p. 360) zwei Lagen von Zellen, von denen die äussere als Wandschicht die Innenfläche des Markraumes in continuirlicher Lage bekleidet, und welche er die Osteoblastenschicht nennt; sie steht in directer Beziehung zur Bildung der Knochensubstanz. Die innere füllt die Höhlung des Markraums aus und dient zur Entwicklung des Knochenmarks mit seinen Blutgefässen etc.

Die Osteoblasten werden (l. c. p. 349) als meist rundliche, durch gegenseitige Aneinanderlagerung polyëdrische Formen geschildert, unter denen sich auch langgestreckte cylinderartige Gestalten finden, von sehr variabler Grösse. Später, p. 366, werden noch feine, cilienartige Fortsätze an den Osteoblasten beschrieben und die Sternform derselben, obgleich seltener beobachtet, doch (mit Recht) für die regelmässig vorkommende erklärt. Die Osteoblasten treten sowohl durch ihre Grösse, ihr Aussehen und ihre epitheliumartige Anordnung scharf unter den übrigen zelligen Gebilden hervor und werden in gleicher Weise bei der Ossifikation aus hyalinem Knorpel, wie aus bindegewebiger Grundlage gefunden, in continuirlicher Schicht die in der Bildung begriffenen Knochenbalken überkleidend. Von diesen Zellen leitet nun Gegenbaur alle Knochenbildung ab und zwar in der Weise, dass dieselben ein erhärtendes Sekret liefern, die Knochengrundsubstanz, in welches Sekret sie nach und nach selbst als sternförmige Knochenkörperchen eingeschlossen würden.

Fast gleichzeitig und unabhängig von Gegenbaur kam ich bei Gelegenheit meiner Untersuchungen über die Zahnentwicklung [2])

1) Die Osteoblasten sind zwar schon vor Gegenbaur von mehreren Beobachtern in zusammenhängender Lage gesehen worden; Letzterem gebührt aber das Verdienst ihrer richtigen Auffassung und Würdigung, so wie der Nachweis ihrer allgemeinen Verbreitung. Ollier sah die Zellen im Periost, R. Maier hat sie einmal für ein Epithelium der Havers'schen Kanäle genommen (s. bei Gegenbaur l. c. pag. 359 u. 360). Buchholz »Einige Versuche über künstliche Knochenbildung« Virchows Archiv 26. Bd. p. 78 ff. sagt p. 88: »Die Hohlräume, welche zwischen diesem Balkenwerk von Knochen übrig bleiben, fand ich in diesem Falle von dicht aneinanderliegenden, meist etwas ungleichen Zellen erfüllt, die in vielen Fällen äusserst regelmässig radiär auf der Wandung der Höhle angeordnet waren. Nirgends zeigten dieselben Kerne, und lagen so dicht, dass wenig oder gar keine Zwischensubstanz zwischen ihnen vorhanden war.« Cf. l. c Fig. 5. Taf. IV.

2) Erste Abtheilung in d. Königsberger medic. Jahrbüchern Jahrg. 1864; zweite Abtheilung in Zeitschr. f. rationelle Medicin 1865 Bd. 24.

auf denselben Gegenstand. Ich fertigte Schnitte durch eine ganze Zahnanlage und den umhüllenden Kiefer, und mir fiel sofort die epitheliumgleiche Zellenlage an den Verknöcherungsrändern auf, welche sich sehr bestimmt von dem weitern Inhalt der jungen Markräume abhob, und sehr bald auch bei der Verknöcherung aus knorpliger Grundlage und aus dem Periost von mir bemerkt wurde. Namentlich interessirte mich die grosse Analogie dieser Zellenlage, die ich fortan mit Gegenbaur »Osteoblasten« nennen werde, mit der Reihe der Dentinzellen an der Pulpaoberfläche des Zahns. Es war sofort zu übersehen, dass bei beiden Gebilden, Zahn und Knochen, ganz dieselben Verhältnisse vorlagen. Fertiges Elfenbein und Knochengrundsubstanz; Dentinzellen oder Odontoblasten, wie man sagen könnte, und Osteoblasten; Zahnpulpe und Inhalt der jungen Knochenmarkräume, verknöcherndes Blastem des Periosts, der Schädeldeckknochen u. s. f. Ebenso distinct wie die Reihe der Dentinzellen sich von der Zahnpulpe abhebt, zeichnen sich die Osteoblastenreihen vor ihrem Matriculargewebe, dem Inhalt der Knochenmarkräume aus. Man vergleiche zur vorläufigen Orientirung die Fig. 1. Taf. XXII. Da mich die Untersuchungen über die Entstehung des Elfenbeins zu Resultaten geführt hatten, die von den gangbaren Anschauungen mehr oder minder abweichen, so vermuthete ich eine gleiche Bildungsweise für die Knochengrundsubstanz, und habe die Hauptergebnisse meiner darauf bezüglichen Beobachtungen bereits in einer vorläufigen Mittheilung niedergelegt, so wie einen Theil meiner Präparate auf der diesjährigen Naturforscher-Versammlung zu Hannover demonstrirt. Im Folgenden bringe ich die ausführlichen Stützen für meine Ansicht. Ich habe dabei namentlich die Entstehung der Knochengrundsubstanz und die Bildung der Knochenkörperchen im Auge; muss jedoch beim hyalinen Knorpel auch noch kurz auf die Bildung der primären Markräume eingehen, sowohl im Interesse der Uebersichtlichkeit der Darstellung, als auch hauptsächlich deshalb, weil mir hierbei einige der bezüglichen Verhältnisse noch nicht mit der erforderlichen Genauigkeit hervorgehoben zu sein scheinen.

Der gegenwärtige Stand der Hauptfrage, der Frage nach der Bildung der Knochengrundsubstanz, lässt sich kurz folgendermassen zusammenfassen:

Gegenbaur, s. namentl. l. c. p. 348, nimmt an, dass die Osteoblasten zu den zackigen Knochenkörperchen werden, und dass

die Knochengrundsubstanz nach Art einer Cuticularbildung als formlose Masse durch einen Sekretionsact aus den Osteoblasten entstehe, und so allmählich diese letztern, die von Anfang an zackig seien, als Knochenkörperchen in sich einschliesse. Landois in seinen vorläufigen Mittheilungen stimmt dem im Wesentlichen zu, indem er sagt (Centralblat Nr. 18 1865): »Die Knochengrundsubstanz tritt nur als eine schichtweise sich ablagernde Neubildung, gleichsam als ein Sekret der Zellen auf, als saumartige Auskleidung der Markräume. . . . Ich hebe besonders hervor, dass dieselbe ferner nicht aufgefasst werden darf, als hervorgegangen aus den metamorphosirten verdichteten Rinden des Protoplasmas der etwa aneinanderliegenden wandständigen Zellen selbst, während der dem Kerne zunächst liegende Theil dieselben zu einem sternförmigen Zellkörper sich gestaltet.«

Ich lasse den Knochen grade so entstehen, wie das fibrilläre Bindegewebe, indem ich die von Max Schultze[1]) und Beale[2]) für die Entstehung der Intercellularsubstanz des Bindegewebes neuerdings wieder vertretene Ansicht zu Grunde lege, der auch Landois[3]) für das Bindegewebe der Sehnen sich anschliesst. Die genannten Forscher, denen ich durchweg zustimme, lassen das fasrige Bindegewebe aus einer formalen und chemischen Umwandlung eines Theils des Protoplasmas der embryonalen Bildungszellen hervorgehen, indem dasselbe leimgebend und zugleich mehr oder weniger fibrillär wird. Viele dieser Bildungszellen gehen dabei ganz zu Grunde, indem auch ihre Kerne schwinden; andere bleiben zum Theil zurück, indem nur ihre Aussenschicht sich in der gedachten Weise metamorphosirt und ein mehr oder minder grosser Theil der ursprünglichen Zelle als »Bindegewebskörperchen« fortexistirt. Ganz ebenso fasse ich den Bildungsprocess des Knochengewebes auf. Die Osteoblasten sind die embryonalen Bildungszellen

---

1) Observationes de retinae structura penitiori, Comment. academ. Bonnae 1859 p. 13. 14. 17. — Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe, Reichert's und Du Bois Reymond's Archiv 1861 p. 12.

2) Die Structur der einfachen Gewebe des menschlichen Körpers, übersetzt von V. Carus. Leipzig 1862 p. 96 ff. — s. a. Lectures on the structure and growth of the tissues of the human body. Archives of medecine. April 1861—Jan. 1862.

3) Berliner medic. Centralblatt 1865 Nr. 32.

des Knochengewebes; ein Theil derselben geht mit Schwund des Kerns ganz die Umwandlung in leimgebendes mehr oder minder fasriges Gewebe ein, welches bei der normalen Verknöcherung fast gleichzeitig die Kalksalze aufnimmt; von einem andern Theile thun das nur die peripheren Protoplasmaschichten; der Rest bleibt als kernhaltiges »Knochenkörperchen« in seiner Intercellularsubstanz, der Knochensubstanz, zurück, wie ein Bindegewebskörperchen in der Sehnensubstanz. Das der kurze Ausdruck meiner Ansicht über die Bildung des Knochengewebes. Ich lasse nunmehr die stützenden Thatsachen sowie die Auseinandersetzung der Details folgen.

Für die Entstehung ächten Knochengewebes aus hyalinem Knorpel kam ich, was die vorbereitenden Processe anbetrifft, im Wesentlichen zu den von H. Müller angeführten Resultaten. Ein Schnitt durch den Verknöcherungsrand eines fötalen Knochens — ich benutzte vorzugsweise Extremitäten menschlicher Embryonen, die in ½—1 pc. Chromsäurelösung entkalkt waren — lässt Folgendes als constanten Befund erkennen (Fig. II. Taf. XXII). Auf den wie gewöhnlich gebauten Gelenkknorpel folgt eine Zone, in welcher die Knorpelzellen gruppen- oder reihenweise beieinander liegen, von einem mehr oder weniger deutlichen Zug anders als die hyaline Knorpelmasse lichtbrechender Substanz umgeben. In dem Kapselraum finden sich die Knorpelzellen dicht aneinander gelagert, meistentheils so, dass man unschwer erkennt, wie sie durch Theilungsprocesse aus den vorhandenen Zellen entstanden sind. Dieselben sind nur von einer sehr geringen Menge von Intercellularsubstanz umgeben. In dieser Zone wird somit der Vorgang repräsentirt, den man als ein »sich richten« der Knorpelzellen bezeichnet hat. Es folgt nun, näher dem Verknöcherungsrande zu, eine andere Zone mit entgegengesetztem Verhalten. Die Knorpelzellen rücken scheinbar allmählich wieder weiter auseinander, liegen sparsamer in einer grössern Menge Intercellularsubstanz, weit weniger dicht selbst, als in dem unveränderten Gelenkknorpel. Die einzelnen Zellen sind grösser als gewöhnliche Knorpelzellen; jede ist von einer deutlichen Kapsel umgeben, die stärker markirt ist als in der vorigen Zone. Zugleich treten aber auch zwischen Gruppen von mehreren Knorpelzellen stärkere, strangartige Züge im Knorpel auf, welche sich der Länge nach wie Balken zur Verknöcherungsgrenze hinziehen. Sie beginnen mit feinen zarten Anfängen am Ende der ersten Zone, wo die Knorpelzellen anfangen, sich mit einer grössern Menge von Intercellular-

substanz zu umgeben und deutliche Kapselzüge zu bekommen. Von eben diesen Kapselzügen aus, an welche sie sich überall anlehnen, setzen sich die Balkenzüge zusammen, indem sie wie Längsscheidewände die Knorpelmasse in einzelne Abtheilungen bringen. Nach dem Verknöcherungsrand hin werden sie immer stärker. Die Ossifikationsgrenze selbst zeichnet sich dadurch aus, dass an ihr die zwischen den genannten Balken befindliche Intercellularsubstanz zu schwinden beginnt, indem um jede Knorpelzelle herum dieselbe sich in Form feiner körniger Masse gleichsam auflöst (H. Müller's Einschmelzungsprocess), die Zellen aber sich aufs neue durch Theilung vermehren. So geht die homogene Knorpelgrundsubstanz unter, während die Balkenzüge übrig bleiben und eine Art provisorischen Gerüsts darstellen, an welches sich die neu aufzubauende Knochensubstanz anlehnt. Wir finden also an der Verknöcherungsgrenze ein Maschenwerk länglicher Balkenzüge, hie und da durch schwächere Quersepta verbunden, die längliche, buchtige Räume, primäre Markräume (Hassall), umschliessen. Während die Anfänge der Balkenzüge sich in den noch unveränderten Gelenkknorpel hineinerstrecken, gehen sie in den fertigen Knochen über, indem sie von allen Seiten einen Knochenbeleg bekommen, und eine mittlere Axe jedes jungen Knochenbalkens darstellen. Sie sind offenbar diejenigen Partien der Knorpelgrundsubstanz, welche (cf. die Darstellung H. Müller's l. c. p. 157 ff.) provisorisch vor der eigentlichen Ossifikation Kalksalze aufnehmen, und später häufig noch als Reste verkalkten Knorpels inmitten der ächten Knochensubstanz erscheinen. Auch nach Ausziehen der Kalksalze unterscheiden sie sich durch ein anderes Lichtbrechungsvermögen. Eine chemische Differenz zwischen ihnen und der übrigen hyalinen Grundsubstanz konnte ich indessen dann nicht mehr nachweisen. Die optische tritt aber immer so scharf hervor, dass es mich wundert, wie die H. Müller'schen Abbildungen dieses Verhalten nicht gut erkennen lassen. Lieberkühn hat, Reichert's und Du Bois Reymonds Archiv, 1862, p. 706 u. 707, diese Veränderungen der Grundsubstanz ebenfalls beschrieben und auch abgebildet, vgl. l. c. Fig. 3. Taf. 18. (Bei vespertilio auritus oder murinus sollen sie besonders deutlich sein.) Der Vergrösserung der Knorpelzellen nach dem Verknöcherungsrande hin ist auch kurz gedacht worden. Man vergleiche hierzu auch Virchow's Darstellung: »Das normale Knochenwachsthum und die rachitische Störung desselben.« Archiv für pathologische Anatomie V.

p. 409 ff. Es fehlt indessen allerorts eine genauere Beschreibung und Abbildung. Ich habe deshalb in Fig. II. Taf. XXII. noch einmal einen Verknöcherungsrand gezeichnet mit besonderer Berücksichtigung dieser Verhältnisse, und hoffe damit eine treue Darstellung gegeben zu haben.

Die eben geschilderten Befunde sind der Ausdruck der »vorbereitenden Vorgänge« für die Knorpelverknöcherung. Durch sie wird im Wesentlichen ein Wachsthum des Knorpels nach allen Raumdimensionen hin bewirkt, so wie ein provisorisches Gerüst für die primären Markräume geschaffen. Die starke Vermehrung der Knorpelzellen, welche in der ersten von mir beschriebenen Zone vor sich geht, setzt zunächst eine Massenvermehrung des Knorpels, die nun noch bedeutender dadurch wird, dass jede neue Zelle sich mit einer starken neuen Schicht hyaliner Intercellularsubstanz umgiebt. So erscheinen denn die Knorpelzellen in der zweiten Zone, näher dem Ossifikationsrande, wieder weiter auseinandergerückt und von relativ geringerer Zahl. Es findet somit während der Verknöcherung ein Wachsthum des in der Ossifikation begriffenen Knorpels statt.

Ich will hier noch bemerken, dass nicht alle Knorpelgrundsubstanz, bevor sie einschmilzt, verkalkt war [1]). Zwischen den verkalkten septis findet sich um die Knorpelzellen herum immer noch eine grössere oder geringere Menge unverkalkter hyaliner Substanz, welche ebenfalls bei der Bildung der primären Markräume zu Grunde geht.

Der Inhalt der primären Markräume, die überall cavernös mit einander communiciren, besteht dicht an der Knorpelgrenze aus den körnig zerfallenen Resten der Knorpelgrundsubstanz, und aus den Producten der Knorpelzellen, jungen Zellen, welche gleich in der Form der Osteoblasten erscheinen. Sie füllen mit der körnigen Detritusmasse die nach der Knorpelgrenze hin liegenden Anfänge der Markräume aus. Weiter abwärts sondern sie sich in zwei deutlich distinguirte Abtheilungen, von denen die eine die Axe des betreffenden Markraumes einnimmt, die andere die Wandungen desselben bekleidet. Letztere ist das erste Osteoblastenlager und soll die erste Schicht Knochensubstanz liefern, welche auf die vorhin beschriebenen Gerüstbalken abgesetzt wird.

1) Für den Frosch und Polypterus bichir hat auch H. Müller eine Einschmelzung des Knorpels ohne vorherige Verkalkung constatirt.

Die Zellen in der Axe des Markraums verändern sich bald. Durch rasche Theilung erzeugen sie eine zahlreiche junge Brut, die sogenannten Markzellen. Ein Theil dieser Markzellen wandelt sich aber gleich in Bindegewebe um, indem sie sehr schmal werden, sich bedeutend verlängern und mit ihren Spitzen unter einander in Verbindung treten, woraus denn schliesslich ein zartes Bindegewebsbündel entsteht, das von Strecke zu Strecke schmale Anschwellungen, die frühern Kernstellen, zeigt. Schon sehr bald, d. h. nicht weit von der Verknöcherungsgrenze, welche immer ziemlich gradlinig verläuft, sieht man auch Blutgefässe in dem Axenlager: wir wollen dasselbe fortan als »junges Markgewebe« bezeichnen. Dieses Markgewebe hebt sich ungemein deutlich gegen die Osteoblastenschicht ab. Fassen wir ganz besonders das Verhalten dieses letztern ins Auge:

Zunächst habe ich die directe Abstammung der ersten Osteoblasten von den Knorpelzellen dargethan, welche beim Einschmelzungsprocess ihrer Intercellularsubstanz lebhaft wucherten und durch Theilung neue Zellen erzeugten. Theilungsvorgänge am Zellenkern kann man sehr häufig direct durch Einschnürungsphänomene, durch Verdoppelung der Kerne beobachten. Auch die zahlreichen vielkernigen Bildungen, welche hier erscheinen nach Art der Robin'schen Myeloplaxen [1]) sind nichts anders als gewucherte Protoplasmamassen mit Theilung der Kerne, die aber so weit im Zusammenhange geblieben sind, dass nicht jedes einzelne Zellenindividuum gesondert auftritt. Die Myeloplaxen liegen nicht selten in den primitiven Markräumen den Knorpelbalken an, und stehen andererseits mit einkernigen Osteoblasten in Verbindung. Die Osteoblasten selbst sind rundlich-sternförmig und spindelförmig, oft mit langen, verästelten Ausläufern versehen. Sie hängen durch dieselben theilweise unter sich, theilweise mit dem jungen Markgewebe (den Zellen desselben) zusammen, und lehnen sich ganz dicht an die gerüstbildenden Knorpelbalken an. In alle buchigen Vertiefungen desselben schmiegen sie sich hinein, dieselben ausfüllend und liegen zuweilen lang spindelförmig an der Balkengrenze hingestreckt. Sie sind scharf markirt, namentlich nach Chromsäurebehandlung, wodurch sie stark dunkelgekörnt werden; eine Membran ist nicht nachzuweisen. Ihre Kerne sind relativ gross und rund, zuweilen sind auch Kernkör-

1) cf. Gegenbaur l. c. p. 349.

perchen wahrnehmbar. So sind die Zellen beschaffen, aus denen die Knochensubstanz entstehen soll.

Zur Zeit, wann die erste Knochensubstanz den Knorpelgerüstbalken aufgelagert wird, ist noch keine Spur einer Trennung von Osteoblasten und Markgewebe zu bemerken; das kommt erst später, wenn schon eine deutliche Knochenschicht aufgelagert ist. Die ersten Spuren der letztern treten als leicht gelbliche, homogen aussehende Streifen an den Rändern der Knorpelbalken auf; weiter abwärts sieht man schon halb eingeschlossene Osteoblasten, die hin und wieder auch mit andern noch nicht eingeschlossenen communiciren. Es ist aber auch nicht schwer, schon hier die Richtigkeit meiner vorhin geäusserten Ansicht über die Entstehung der Knochengrundsubstanz zu constatiren. Wenn die erste Knochensubstanz sich bildet, werden die Markräume von den Osteoblasten dicht ausgefüllt, es ist nicht mehr Platz für irgend eine Ausscheidung vorhanden; es müssten sonst gleichzeitig Osteoblasten zu Grunde gehen, was wohl nicht anzunehmen ist, oder es müsste wenigstens eine so dicht mit Knochenzellen durchsetzte Knochensubstanz entstehen, wie man sie nirgends findet. Schon dieses machte es mir von vorn herein unwahrscheinlich, dass die Knochengrundsubstanz als eine von den Osteoblasten ausgeschiedene Masse zu betrachten wäre. Man beobachtet aber auch ferner, dass bei einzelnen Osteoblasten die peripherischen Theile sich verändern, indem sie ihr dunkel gekörntes Aussehen verlieren und sich dicht an den buchtigen Rand der Markräume anlagern. Andere, in der Nähe befindliche Osteoblasten stehen mit diesen veränderten peripherischen Lagen in Verbindung, indem auch sie mit umgewandelter Aussenschicht an die ersteren herantreten. Nur die dicht um den Kern gelegenen Theile des Protoplasma's bleiben unverändert. Ich halte diese Aenderung der peripheren Schichten für den Ausdruck einer Umwandlung in leimgebende Substanz, die dann sofort Kalksalze aufnimmt. Dass letzteres geschehe, wird im hohen Grade wahrscheinlich dadurch, dass man diese veränderten peripherischen Partien der Osteoblasten unmittelbar in bereits fertige Knochensubstanz übergehen sieht. Bei ausgepinselten Präparaten trifft man es nicht selten, dass eine Zelle seitwärts in Folge des Pinselns abgebogen ist, indessen durch einen langen Ausläufer noch mit der fertigen Knochengrundsubstanz zusammenhängt, indem sie ganz unmerklich darin übergeht, so dass man nicht sagen kann, wo das eine aufhört und das andere anfängt. Grade so, wie die in der Axe der Mark-

räume gelegenen jungen Zellen sich zu Bindegewebe umformen, so wandeln sich die Osteoblasten zu Knochengrundsubstanz um. Gegenbaur hat eine Metamorphose des Protoplasma's der Osteoblasten in der Nähe der Knochensubstanz ebenfalls gesehen. Er sagt p. 364: »Die Osteoblasten laufen zuweilen in so blasse, zarte Gebilde aus, dass man sie von der gebildeten Grundsubstanz schwer unterscheiden kann. In solchen Fällen ergiebt sich, dass die Osteoblasten mit Fortsätzen in die abgesonderte Grundsubstanz eindringen, und dass zwischen beiden Theilen eine Grenze besteht, dass also ein unmittelbares Uebergehen des Protoplasma's der Zelle in die Grundsubstanz nicht stattfindet.« Ich gestehe, dass es mir nicht möglich geworden ist, eine Grenze zu finden. Natürlich kann dadurch eine entgegenstehende Behauptung nicht entkräftet werden; es wird vielmehr abzuwarten sein, wofür die spätern Beobachter sich aussprechen. Grade bei der in Rede stehenden Frage giebt die eigene Untersuchung der Objecte fast allein den Ausschlag.

Wenn schon die ersten Anfänge der Bildung des Knochengewebes Anhaltspunkte für die Richtigkeit meiner Ansicht darboten, so stellt sich das bei weiterm Verfolg des Processes noch mehr heraus.

Bleiben wir vor der Hand bei der Ossifikation des hyalinen Knorpels stehen. Wir haben dieselbe bis zur Bildung der primären Markräume, des jungen Markgewebes und der ersten Osteoblasten verfolgt. Zunächst ist nun zu untersuchen, woher denn, wenn die ersten, unmittelbar aus der Wucherung der Knorpelzellen entstandenen Osteoblasten verbraucht sind, weiterhin dieselben ihren Ursprung nehmen. Sie bilden sich aus den Zellen des jungen Markgewebes: das junge Markgewebe, das man eben so passend »Ossifikationsgewebe« nennen könnte, ist die Matrix der Osteoblasten, in derselben Weise wie die Zahnbeinpulpe Matrix der Dentinzellen ist. Ich habe an einem andern Orte, Zeitschrift für rationelle Med. 24. Bd. 1865, »Ueber die Entwicklung der Zähne, 2. Abtheilung,« die betreffenden Verhältnisse beim Zahngewebe auseinandergesetzt; wir finden beim Knochengewebe auch hierfür eine durchgreifende Analogie. Das junge Markgewebe hat einen von dem spätern gelben und rothen Knochenmark verschiedenen Bau; es gehört zu der Gruppe der embryonalen Bindesubstanzen, zu den mehr indifferenten Geweben, welche sich in der Folge nach verschiedenen Richtungen hin differenziren und zu bestimmten, bleibenden Formen ausbilden können. Es besteht, wie das embryonale Bindegewebe überhaupt, aus vielen,

durch zahlreiche Ausläufer mit einander verbundenen spindel- und sternförmigen Zellen, deren Protoplasma, namentlich in der Nähe der eingebetteten Blutgefässe, sich schon in zartfasrige Interzellularsubstanz umgewandelt hat. Das Ganze ist durchtränkt mit einer eiweiss- und schleimhaltigen Flüssigkeit. Je älter das Gewebe, desto zahlreicher werden die Bindegewebsfibren und die Blutgefässe, desto mehr treten die gut ausgebildeten Zellen zurück. Das junge Markgewebe tendirt hauptsächlich zur Weiterentwicklung nach drei Richtungen hin, zu gelbem Knochenmark, d. h. gewöhnlichem Fettgewebe, zu rothem Knochenmark, der der embryonalen Stufe am nächsten stehenden Gewebsform, und zu einer, wenn man will, höchsten Stufe, dem Knochengewebe. Bei der Entwicklung zu Knochengewebe treten die Osteoblasten als Zwischenglied ein. Ich habe nun bei vielen Präparaten Bilder angetroffen, die mich das junge Markgewebe entschieden als Matrix der Osteoblasten ansprechen lassen. Man findet nicht selten nach der Grenze gegen die Knochenbalken hin die Zellen des Markgewebes in Theilung begriffen, wenn es anders erlaubt ist, Vergrösserung der Zellen, so wie das Auftreten von eingeschnürten oder doppelten Kernen, als Vermehrungsvorgänge durch Theilung zu deuten. Die so entstandenen peripheren Zellen bilden offenbar den Ersatz für die durch den Ossifikationsprocess verbrauchten Osteoblasten, denn man sieht auch die Ausläufer der letzten oftmals mit den Zellen des Markgewebes in directer Verbindung stehen. Ich glaube indessen, dass die Osteoblasten nicht allein aus dem Gewebe der Markräume ihren Ersatz nehmen, sondern sich auch selbständig durch Theilung vermehren. Wenigstens habe ich häufig solche mit doppeltem Kern gesehen, und die Myeloplaxenformen finden sich auch noch weiter abwärts vom Verknöcherungsrande nicht allzu selten.

Die Osteoblasten bilden nun eine meist einfache Lage epitheliumartig angeordneter Zellen am Rande der jungen Knochenbalken, zwischen diesen und dem Gewebe des Markraums. Natürlich ändern sich die Bilder, je nachdem der Schnitt fällt. Hat man es grade so getroffen, dass ein elliptischer oder kreisrunder Querschnitt eines Markraums erhalten wurde, so stellt sich das geschilderte Verhalten am reinsten und schönsten dar; der Vergleich mit einem Epithel scheint dann am besten zu passen. Sieht man einen Knochenbalken von der Fläche, so erscheint derselbe wie mit Osteoblasten übertapeziert, die alle vermöge ihrer Fortsätze am Knochen festhaften. Carminpräparate nehmen sich besonders zierlich aus. Der junge Knochen

färbt sich am intensivsten, dagegen erscheint der Inhalt des Markraums ziemlich hell, zwischen beiden wieder das Osteoblastenlager in mehr saturirter Färbung. Wie wir vorhin bereits die erste Lage des Knochen aus den Osteoblasten entstehen sahen, so findet auch das weitere Wachsthum in gleicher Weise statt. Ganz genau, wie bei der Entstehung gewöhnlichen Bindegewebes aus dem indifferenten Bildungsgewebe, geht ein Theil der Osteoblasten in eine eigenthümliche leimhaltige, oft fasrige Intercellularsubstanz über, während ein anderer Theil, von derselben eingeschlossen, als kernhaltige Zellen persistirt. Fast zugleich mit der Umwandlung in leimhaltiges Gewebe findet auch schon die Imprägnation mit Kalksalzen statt, wenigstens ist das so bei der Verknöcherung der knorplig präformirten Knochen und der Kiefer von dem Gewebe ihrer Markräume aus. Bei der periostalen Ossifikation ist eine kleine Abänderung, insofern grössere Bindegewebsbalken sich ausbilden, die erst nachher die Kalksalze aufnehmen. Ich komme darauf zurück.

So viel ich sehe, ist ein doppeltes Verhalten der Osteoblasten bei der Ossifikation möglich. Einmal können einzelne Osteoblasten ganz zu leimgebendem Gewebe werden, wobei der Kern schwindet; das anderemal und das erachte ich nach meinen Untersuchungen als bestimmt erwiesen, findet eine theilweise Umwandlung der Osteoblasten in die Knochengrundsubstanz statt, während der um den Kern gelegene Theil als Zelle »zackiges Knochenkörperchen« persistirt. Ich füge hier dem bereits früher gesagten noch folgendes als Stütze für meine Ansicht bei:

Alle Schnitte, bei denen man möglichst schonend zu Werke ging, zeigen jeden Markraum von einer continuirlichen Osteoblastenschicht ausgekleidet; die einzelnen Zellen liegen so dicht aneinander, dass eine Zwischensubstanz zwischen ihnen nur dann Platz hätte, wenn die Zellen bedeutend atrophirten, sobald die Zwischensubstanz aufträte, oder ihren Platz verliessen und dann, da sie anderswohin nicht können, nach dem Centrum des Markraums rückten. Nun sind zwar im Allgemeinen die eingeschlossenen Knochenkörperchen kleiner als die freien Osteoblasten; aber der Unterschied ist bei weitem nicht so bedeutend, dass er ausreichte, um Platz zu schaffen für die auszuscheidende Intercellularsubstanz. Und dann, man bedenke, die Anhänger der Ausscheidungstheorie lassen die Intercellularsubstanz von den Osteoblasten selbst ausgeschieden werden: wenn wir aber Zellen in einer bildenden Thätigkeit finden, so lässt sich schwer ein-

sehen, dass sie derselben erspriesslich vorstehen können, wenn sie gleichzeitig atrophiren sollen. Da ist es, man wird es mir gewiss zugeben, weit einfacher, die bildende Thätigkeit hier so aufzufassen, dass ein Theil des Zellenleibes selbst in die neue Bildung aufgeht, und so selbst gleichsam zum Platz wird für das, was Platz finden soll. Im andern Falle, wenn wir von einer mit der Sekretion gleichzeitigen Atrophie der Zellen auch absehen und annehmen wollen, dass die letztern ihren Ort veränderten, um der ausgeschiedenen Intercellularsubstanz Raum zu geben, so stehen dem ebenfalls mehrere Bedenken entgegen. Schon der Umstand, dass die Osteoblasten mit Fortsätzen in der bereits gebildeten Knochensubstanz feststecken und vielfach untereinander anastomosiren, lässt eine solche Annahme unmöglich erscheinen. Ferner aber sehen wir, so klein auch die Markräume sein mögen, immer noch neue Osteoblasten von dem Inhalt des Markraums aus gebildet werden, während gleichzeitig die Wände desselben ganz dicht mit den Zellen ausgekleidet sind. Diese aus der Zahl und der Anordnung der Osteoblasten resultirenden Bedenken gegen die Annahme einer Ausscheidung der Knochengrundsubstanz von Seiten der Zellen vereinigen sich mit mehreren positiven Befunden, um die von mir vorhin aufgestellte Ansicht sehr wahrscheinlich zu machen. Ich habe schon oben angeführt, dass man beim ersten Beginn der Verknöcherung bereits die Osteoblasten vielfach an ihrer Peripherie verändert sieht. Nur um den Kern herum bleibt das eigenthümlich granulirte Aussehen des Zellprotoplasma's erhalten, weiter nach aussen gelegene Schichten blassen allmählich ab, erscheinen mehr homogen und gehen, wie es scheint, in die Substanz der Knorpelbalken, die als Stützpunkte für die neuzubildende Knochensubstanz vorhanden sind, über. Dasselbe sieht man nun noch viel deutlicher im weitern Verlauf der Ossifikation, wo die langen Fortsätze der Osteoblasten seitlich der Knochensubstanz anliegen, und schliesslich ohne deutliche Grenze in dieselbe übergehen. Dabei trifft man die Partien der Zelle, welche zunächst um den Kern gelagert sind, deutlich körnig, wie alles mit Chromsäure behandelte Zellprotoplasma; die peripheren Schichten, namentlich nach den langen, anliegenden Fortsätzen hin, mehr homogen, so dass ein Unterschied deutlich und unverkennbar ist. Ich würde wenig Gewicht auf diesen Umstand legen, wenn diese Beobachtungen sich nicht so zahlreich dem Untersucher aufdrängten. Man darf nicht etwa sagen, dass die mehr centralen Partien der Zellen desshalb

dunkler und körniger erscheinen, weil sie einer dickern Schicht entsprechen, denn man findet dicht neben den eben beschriebenen Osteoblasten andere, die weiter entfernt von der Knochengrenze liegen, bei denen ein solcher Unterschied zwischen Kernpartie und peripheren Schichten nicht zu bemerken ist.

Ich habe dieses Verhalten in den Fig. III u. IV Taf. XXII wiederzugeben mich bemüht; es ist indessen hier nur schwer möglich, treue Zeichnungen zu gewinnen.

Ich verfehle nicht, noch auf einen Umstand aufmerksam zu machen, den ich in meinem Interesse ebenfalls verwerthen kann, dass nämlich die Osteoblasten immer grösser sind, als die bereits eingeschlossenen Knochenkörperchen. Hierzu kommt noch die Thatsache, dass man nicht selten an grösseren Osteoblasten bemerkt, wie eine dem Knochenbalken zugekehrte periphere Schicht sich in Form einer anders lichtbrechenden Masse, oft fein fasrig erscheinend, von ihnen ablöst und direct in die Knochensubstanz übergeht. Einen sehr für meine Ansicht sprechenden Eindruck machen auch diejenigen Stellen, wo zwei Knochenbalken einander entgegenwachsen. Sind die Balken einander ziemlich nahe gekommen, so füllt sich der Raum zwischen beiden durch eine Schicht ganz dicht gelagerter Osteoblasten aus, welche einen Zellenbalken von derselben Dicke bilden, wie die beiden zu verbindenden Knochenbalken. Wir haben dann hier ganz denselben Anblick, wie bei dem Gewebe einer neu sich bildenden Sehne. Die Osteoblasten sind spindelförmig mit ihrer Längsrichtung von einem zum andern Balken gestreckt und lagern parallel dicht aneinander. Sollte hier noch Zwischensubstanz ausgeschieden werden und doch die Zellen in dem neuzubildenden Balken nicht dichter liegen als gewöhnlich, so würde das betreffende Verbindungsstück eine grosse Dicke gegenüber den beiden Balken erreichen, welche es verbinden soll. Man müsste dann solche knotig angeschwollenen Stellen mehrfach bei dem neugebildeten Knochengewebe wahrnehmen, was aber bekanntlich nicht der Fall ist. Die Zeichnung, Fig. I, c. Taf. XXII, kann nur ungenügend das Aussehen solcher Stellen wiedergeben. Originalpräparate sind hier vor allen Dingen zu untersuchen.

Das Bindegewebige Blastem, aus welchen die nicht knorplig präformirten Knochen sich herausbilden, hat anfangs denselben Character, wie wir ihn vorhin ausführlicher vom jungen Markgewebe geschildert haben. (Vgl. Fig. 1, vom fötalen Unterkiefer.) Später, namentlich bei den Schädeldeckknochen, tritt ein mit derben,

deutlich ausgeprägten Faserzügen versehenes Bindegewebe an die Stelle. (S. a. die Zeichnungen Lieberkühns zur Ossifikation der Schädeldeckknochen in Reicherts u. Du Bois Reymonds Archiv 1864. Taf. XV, Fig. 7 u. 8. — p. 610 u. 611). Die Bindegewebszüge gehen dann direct in die Knochengrundsubstanz über, und die Knochenbildung besteht nur in einer Imprägnation des fertigen Gewebes mit Kalksalzen [1]). Die stärkern Züge verkalken zuerst; was von Bindegewebskörperchen in diesem Gewebe vorhanden, bleibt bei der Ossifikation als Knochenkörperchen eingeschlossen; hier ist directer Uebergang von Bindegewebe zu Knochen ohne Dazwischenkunft einer Neubildung von Zellen [2]). In ähnlicher Weise ossificiren, wie Lieberkühn gezeigt hat, zum Theil die Sehnen und alle rein bindegewebigen Gebilde, bei denen die fasrige Intercellularsubstanz eine gewisse Mächtigkeit erreicht hat. Wo das nicht der Fall ist, wie bei der Verknöcherung aus dem zartfasrigen Markgewebe, muss erst durch Neubildung eine grössere und compactere Gewebsmasse geschaffen werden, die den Kalksalzen zur Grundlage dienen kann.

Ich habe die Sehnenverknöcherung nicht genauer verfolgt. Durch H. Müller, Würzburger naturw. Zeitschrift. 1863, p. 45 ff., dem sich Landois, Berliner med. Centralblatt 1865. Nr. 32, anschliesst, erfahren wir, dass in den verknöchernden Vogelsehnen sich auch Markräume bilden, wie im hyalinen Knorpel und von hier aus durch Osteoblasten (Landois) die neue Knochensubstanz entsteht. Bei den Schädeldeckknochen habe ich continuirliche Osteoblastenlager an den einzelnen Knochenbalken beobachtet, von denen die Verknöcherung, wie von den Osteoblasten der Markräume des hyalinen Knorpels, vor sich ging. Daneben kommt dann aber auch die Bildung eines ächten fibrillären Bindegewebes vor, das durch Aufnahme von Kalksalzen sich ohne Weiteres zu Knochen umbildet. Gegenbaur hat die directe Verbindung gewöhnlichen Bindegewebes mit bereits ossificirten Partien an den Schädeldeckknochen ebenfalls

1) Dasselbe hat Ollier bei der Bildung von Knochensubstanz im Knochenmark beobachtet, Brown-Séquards Journal de la physiologie. 1863, pag. 227. Es heisst dort: »nous avons vu l'ossification se faire comme sous le périoste autour des cellules du tissu conjonctif au milieu d'une couche d'apparence fibroide.«

2) Zuerst sind diese directen Verknöcherungen des Bindegewebes wohl von J. Müller 1838 bei Chimaera nachgewiesen, später von Sharpey bei den Schädeldeckknochen.

beobachtet, s. l. c. p. 355; er nimmt indessen an, dass an allen diesen Stellen die Knochenbildung aufhöre, denn er findet an den in Rede stehenden Begrenzungsschichten, wo Knochensubstanz an Bindegewebe zu stossen scheine, immer noch lange, spindelförmige Zellen dazwischen liegend; niemals konnte dort ein in der Bildung begriffenes Knochenkörperchen beobachtet werden. Er sagt p. 357: »Es erscheint mir daher gerechtfertigt, jenen Stellen der Begrenzungsschichte einen von der Osteoblastenschichte differenten Werth zuzulegen und in ihnen Abschnitte zu erkennen, an denen mit dem Uebergange der letzten Osteoblasten in Bindegewebszellen die abscheidende Thätigkeit und damit die Entstehung der neuen Knochensubstanz an diesen Partien ihr Ende erreicht hat.« Allerdings stellt Gegenbaur es nicht absolut in Abrede, dass nicht auch das Bindegewebe hier direct ossificiren könne; es erscheine diese Annahme nur sehr unwahrscheinlich. Ich muss indessen bekennen, dass man an den Stellen, wo deutlich fasriges Bindegewebe direct an den Knochen stösst, ohne alle Schwierigkeit alle die Bündelformationen, nicht bloss einzelne als etwaige Sharpey'sche Fasern, so wie sie grade vorliegen, noch ziemlich weit mit ganz continuirlichem Uebergange hinein in den fertigen Knochenbalken verfolgen kann, der sich nur dadurch, dass er sklerosirt ist, von dem anstossenden Bindegewebe unterscheidet. Auch die Körperchen haben hüben und drüben gleiche Form, Grösse und Anordnung, die dann allerdings verschieden von der beim lamellösen Knochen bekannten ausfällt. Lamellöser und fasriger Knochen gehen aber dabei so unmerklich und unmittelbar in einander über, dass man durchaus nicht sagen kann, das eine sei ächter Knochen und das andere nicht. Ihre Grundsubstanzen stehen in demselben Verhältnisse zu einander, wie etwa das Bindegewebe einer Sehne zum Bindegewebe einer fibrösen Membran. Auch der Cement der Zähne bietet für diesen Gang des Verknöcherungsprocesses die trefflichsten Beispiele.

Am meisten für meine Anschauungen sprechen die Vorgänge, welche man bei der periostalen Ossifikation[1]) beobachtet. Hier kommt es zur Bildung von continuirlichen Osteoblastenlagern, grade wie vorhin dargestellt, aber der Uebergang eines Theiles der Zellen in ächte Knochensubstanz ist meist nicht so rasch abgemacht. Es tritt

1) Ueber das periostale Knochenwachsthum vergl. besonders die treffliche Auseinandersetzung Virchow's in seinem Archiv 1847 u. 1853.

vielfach eine Zwischenstufe deutlich fasrigen Gewebes auf, das nicht gut von ächtem Bindegewebe zu unterscheiden ist, welches dann verknöchert und einen Theil der Osteoblasten als sternförmige Knochenkörper einschliesst. Die Periostlage, welche sich in unmittelbarer Nähe der Knochensubstanz befindet, ist ein weiches Gewebe, das aus einem Reticulum feiner Fasern besteht, in deren Maschenräumen rundlich-sternförmige Zellen eingeschlossen sind. Auch Buchholz, Virchow's Archiv 26. Bd., p. 78, fasst mit Recht die im Periost liegenden Elemente als Zellen, und nicht als freie Kerne (Ollier) auf. Von einer weichen Zellenlage beim Perichondrium, in der die Verknöcherung zuerst auftrete, und die in ein embryonales Bindegewebe übergehe, spricht auch H. Müller, l. c. Ztschrift. f. wissensch. Zoologie. p. 194. Man hat aber auch in dieser Schicht dem anatomischen Bau nach wiederum zwei Lagen zu sondern, indem der innerste, zunächst dem Knochen gelegene Theil sich durch einige Besonderheiten auszeichnet. Die vorhin erwähnten Zellen nämlich fangen hier an sich zu vergrössern und zu vermehren; dadurch werden grössere Maschenräume geschaffen und die Faserzüge auseinandergedrängt; letztere sieht man als compacte Bündel mit ihrem dickern Ende unmittelbar ohne irgend eine Grenze in die nächsten Knochenbalken übergehen, mit dem dünner werdenden peripherischen sich allmählich auffasern und in das feinere oben erwähnte Reticulum sich auflösen. Ich verweise hier auf Fig. V. Taf. XXII. Bei aufmerksamer Untersuchung gewahrt man, dass die neugebildeten Osteoblasten es sind, auf deren Rechnung das Wachsthum und das Stärkerwerden der Faserzüge beruht. Ein Theil derselben wandelt sich nämlich, gerade so, wie es früher Schwann [1]), neuerdings Max Schultze und Beale [2]) angegeben haben, in bindegewebige Intercellularsubstanz um, und erzeugt dadurch die Verdickung der Bündel. Ein anderer Theil bleibt ganz unverändert, oder nur theilweise durch Umwandlung in leimgebende Substanz verändert, als Bindegewebskörperchen in den Maschenräumen zurück, und sobald die Grundsubstanz verkalkt ist, haben wir wahren Knochen mit eingeschlossenen Knochenkörperchen. Man kann hier oft sehr gut den directen Uebergang von Zellprotoplasma in fasrige Intercellularsubstanz, die später verknöchert, beobachten; man sieht kleine fasrige Bündel, die noch ganz die Form

1) Mikroskopische Unters. Berlin 1839.
2) ll. cc.

einer grossen Spindelzelle haben, und an denen sogar in der Mitte noch rudimentäre Kerne zu erkennen sind. Namentlich sind stark ausgepinselte Präparate besonders zu empfehlen. Grade durch den langsamern Vorgang, der beim Periost stattfindet, wird das früher gesagte um so leichter ersichtlich. Bei der Periostverknöcherung schreitet nun bekanntlich die Ossifikation der periostalen Gewebsbalken so vor, dass die stärkeren arkadenförmig einander gleichsam entgegenwachsen. Dadurch werden rundliche Räume umschlossen, in deren Centrum gewöhnlich Blutgefässe liegen. Von diesen Räumen aus geht nun die Verknöcherung in der geschilderten Weise weiter; an den Wandungen derselben lagern sich Osteoblasten ab, und die Verkalkung rückt central vor, so dass schliesslich nur ein Lumen übrig bleibt, welches dem Durchmesser des eingeschlossenen Gefässes adäquat ist; so entstehen die Havers'schen Kanäle. Auch später noch, wenn bereits der Knochen fertig ist, sind die Wände der in ihm enthaltenen Räume, namentlich der (sekundären, durch Resorption bereits ausgebildeten Knochens entstandenen) Markräume und der grössern Havers'schen Kanäle mit einer Zellenschicht bekleidet, die den Osteoblasten entspricht, wie ja auch fortwährend Dentinzellen die Innenwand der Zahnpulpahöhle bekleiden.

Nicht selten kommt es vor, dass bei der Ossifikation mehrere Osteoblasten gruppenweise von Knochensubstanz eingeschlossen werden, und als weiches Gewebe in ihrer ursprünglichen Form erhalten bleiben. Solche Osteoblastennester im Knochen entsprechen dann ganz und gar der bekannten Interglobularsubstanz im Dentin der Zähne. Sind die Zellen herausgefallen, so hat man leere Interglobularräume im Knochen wie im Zahn. An demjenigen Knochengewebe, bei welchem eine Umbildung der verkalkenden Grundsubstanz zu grössern Balken fibrillären Gewebes dem Verkalkungsprocess längere Zeit vorhergeht, lassen sich auch im fertigen Knochen die strangartig nach allen Richtungen einander durchkreuzenden Züge verfolgen. Kreisförmige, querdurchschnittene Bündel dicht nebeneinander gestellt, lassen oft die Grundsubstanz der Knochen in einer eigenthümlichen Mosaik erscheinen, als wenn sie aus nebeneinander gelegenen Kugeln mit dreieckigen sphärisch begrenzten Lücken bestände. Gegenbaur erwähnt diese Erscheinung, s. l. c. p. 353—354; indessen hat erst Lieberkühn (Reicherts und Dubois Reymonds Archiv 1864 p. 610 u. 611) die richtige Deutung gegeben. Vielfach kann man die in den Knochenbalken sichtbaren

Züge auch noch über die Knochengrenze hinaus direct in ein Bindegewebsbündel des Periosts verfolgen, das sind dann die bekannten Sharpey'schen Fasern. R. Maier, Virchow's Archiv, Bd. 26 p. 358, hat diese Fasern als elastische Fasern des Periosts angesprochen. Ich kann dieser Angabe nicht durchweg beipflichten. Der grösste Theil der Sharpey'schen Fasern ist Bindegewebe in dem von mir ausgesprochenen Sinne. Dieselben können früher oder später ebenfalls verknöchern. Ich stimme hierin H. Müller, (Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschr. 1863 p. 31) bei.

Was nun die Entstehung der Knochenlamellen betrifft, so liegt es wohl am nächsten, jede Lamelle als die Summe von Intercellularsubstanz anzusehen, welche von einer Osteoblastenschicht geliefert wurde. Allerdings bleibt dabei noch immer unerklärt, wie es komme, dass man diese Lamellen als gesonderte Dinge wirklich sieht, da die Osteoblasten untereinander mehr oder weniger durch Ausläufer verbunden sind.

Meine Untersuchungen an knorplig vorgebildeten und nicht knorplig präformirten Knochen, so wie die der periostalen Ossifikation, haben übereinstimmend ergeben, dass wir im ächten Knochen eine Form von Bindegewebe vor uns haben, welches Kalksalze aufgenommen hat, und persistirende zellige Elemente enthält. Die Genese der Knochensubstanz unterscheidet sich in Nichts Wesentlichem von der anderer bindegewebiger Gebilde, wenn wir die von Max Schultze vor Kurzem wieder adoptirte Ansicht, und wohl mit Recht, als die einzig zulässige annehmen. Nach Feststellung dieser genetischen Verhältnisse können wir erst das Knochengewebe in die ihm zukommende Stelle innerhalb der grossen Bindesubstanzgruppe einreihen. Fragen wir also schliesslich, wie die Grundsubstanz der Knochen aufzufassen sei, und zu welcher Art der Bindesubstanzen sie gehöre. Selbstverständlich beziehe ich die Antwort nur auf den Kreis der knöchernen Gebilde, welchen ich untersucht habe, obgleich man wohl glauben dürfte, dass principielle Abweichungen nicht vorkommen.

Virchow [1]) hat unbestritten Recht, wenn er sagt, die Grundsubstanz des ächten Knochengewebes ist eine besondere, weder knorplige noch bindegewebige, sondern eigenthümliche: osteogene Substanz (H. Müller), osteoide S. (Virchow). Die Unter-

---

1) Archiv für pathol. Anatomie Bd. I. 1847 p. 135; ibid. Bd. V p. 139. — Würzburger Verhandlungen 1851 Bd. II p. 158.

suchung rachitischer Knochen lehrt dieses ebenso evident wie die Erfahrungen an entkalkten Knochen. Man wird deren Grundsubstanz weder mit Knorpel noch mit Bindegewebe vollkommen identificiren können; es sind Unterschiede da. Die osteoide Substanz ist derber, fester, von mehr homogenem Aussehen als ächtes Bindegewebe; sie zerfällt nur in kurze Fasersplitter und ist nicht chondrinhaltig. Aber das müssen wir festhalten, dass die Grenze gegen das Bindegewebe hin am wenigsten scharf zu ziehen ist, und dass, wie wir von den Schädeldeckknochen und manchen periostalen Bildungen constatiren konnten, auch unbestrittenes Bindegewebe ohne weiteres die Grundlage ächten Knochengewebes werden kann, während man das vom Knorpel wohl nicht behaupten darf. Die am meisten characteristische Form des Knochengewebes, die lamellöse, hat wohl immer osteoide Substanz zur Grundlage; aber es gehen, wie wir vorhin sahen, lamellöser und mehr fasrig texturirter Knochen ohne alle Grenze in einander über. Wir reihen daher am besten die organische Grundlage des Knochengewebes unmittelbar dem eigentlich sogenannten Bindegewebe an, zumal nach der vorstehenden Darlegung ausser der chemischen Constitution auch der Modus der Entwicklung durchweg übereinstimmt.

Breslau, 20. October 1865.

Erklärung der Figuren.

Fig. I. Ringförmiger Knochenbalken aus einem feinen Schnitt durch den Unterkiefer eines Schafsfoetus. Osteoblasten in situ. Vergr. 300.

a. Ossificirendes Gewebe des Unterkiefers (junges Markgewebe).

b. b. b. Osteoblasten.

c. Stelle, wo die Osteoblasten, gehäuft und spindelförmig erscheinend, die Verbindungsbrücke zwischen zwei Knochenbalkenenden bilden.

Fig. II. Schnitt durch den Verknöcherungsrand der obern Epiphyse der Tibia. Foetus humanus. Vergr. 300.

a. Zone der Vermehrung der Knorpelzellen.

b. Zweite Zone, in welcher die Zellen grösser erscheinen, sich mit einer grössern Masse Intercellularsubstanz umgeben, und mit Zügen einer anders lichtbrechenden Substanz umsäumt

werden. Zwischen einer grössern Anzahl von Zellen treten stärkere, längsziehende Balken jener Substanz auf, welche weiter unten bei d (Zone der primären Markräume) die Scheidewände der Markräume bildet.

c. Stelle der beginnenden Knorpeleinschmelzung. Dicht gelagerte erste Osteoblasten, körniger Detritus.

d. Zone der primären Markräume.

e. e. Junges Markgewebe im Centrum der primären Markräume.

f. f. Osteoblasten, durch Ausläufer hie und da mit den Zellen des Markgewebes verbunden.

Fig. III. Stück eines primären Markraums aus Fig. II, stärker vergrössert.

a. Knorpelbalkenzug.

b. b. Osteoblasten, welche mit ihren peripherischen Schichten in eine eigenthümliche Substanz c. c., die erste Anlage der Grundsubstanz, übergehen.

Fig. IV. Zwei Knochenbalken im Begriff mit einander zu verwachsen. Radius eines menschlichen Embryo. Vergr. 450.

Bei a. a. a. sieht man das Protoplasma der Osteoblasten in die Grundsubstanz der Knochenbalken übergehen.

Fig. V. Stück von einem feinen Querschnitt der Tibiadiaphyse. Foetus humanus. Vergr. 300. Periost-Verknöcherung.

A. A. Fertige Knochensubstanz.

B. Haversischer Raum, der von 2 einander entgegen wachsenden Knochenbalken umschlossen wird.

a. a. Osteoblasten.

b. b. Spindelförmige Osteoblasten, von welchen die peripheren Schichten schon in ossificirendes Gewebe umgewandelt sind.

c. c. Reticulum der periostalen Bindegewebszüge in unmittelbarer Verbindung mit den Knochenbalken (ausgepinselt).

d. Blutgefäss.

Die Bewegung der Diatomeen.

Von

Max Schultze.

Hierzu Taf. XXIII.

Die Ursache der gleitenden oder kriechenden Bewegungen, welche die zahlreichen Arten der schiffchenförmigen Diatomeen, welche süsses wie salziges Wasser bevölkern, im Leben darbieten, ist bekanntlich noch gänzlich in Dunkel gehüllt. Wie viele Beobachter dieser zu den Lieblingen der Mikroskopiker gehörenden Organismen werden, wenn sie das schnelle Vor- und Rückwärtskriechen, das plötzliche Anhalten und das wie zögernde Wiederbeginnen der Bewegung, den öfteren Wechsel in der Lage von der breiten auf die schmale Seite, das Aufrichten auf eine Spitze und die auf dieser ausgeführten drehenden Bewegungen aufmerksam verfolgten, mit der festen Ueberzeugung das Mikroskop verlassen haben, hier müsse irgend ein äusseres Bewegungsorgan vorhanden sein. Bekanntlich sind alle Versuche ein solches aufzufinden vollständig gescheitert. Man hat um so intensiver nach der Ursache der Bewegung geforscht, als Ehrenberg schon gleich bei Gelegenheit seiner ersten ausführlichen Publikationen über die von ihm den Infusionsthierchen zugerechneten Diatomeen die Anwesenheit einer schneckenfussartigen Sohle zum Kriechen beschrieb [1]: »Als Bewegungsorgan ist von mir bei Navicula fulva ein ungetheilter fleischiger, aus der mittleren Oeffnung sich weit verbreitender aber eng an der Schale anliegender sohlenartiger Fuss beobachtet worden, der

1) Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. 1838 p. 175.

einem Schneckenfusse der Baum- oder Wegschnecke gleicht.« So viele und geschickte Mikroskopiker aber auch ihre mit den besten Linsensystemen bewaffneten Augen anstrengten, keiner vermochte die Anwesenheit dieser Sohle zu bestätigen. Nicht besser erging es Ehrenberg mit seiner Entdeckung haarförmiger beweglicher Fäden bei einer grossen Diatomee der Nordsee, Navicula Gemma [1]), von welcher er sagt: »Anstatt einer schneckenfussartigen sich ausbreitenden Sohle fanden sich hier, da wo die Rippen der Schaale sich an den rippenlosen Seitentheil des Panzers anlegen, lange feine Fäden hervorstehend, welche das Thier willkührlich langsam verkürzte und verlängerte, auch ganz einzog.«

Zwar ist die Navicula Gemma von Cuxhaven, soviel ich weiss, von Niemand wieder beobachtet worden. Ich hatte mir deren Aufsuchung zu besonderer Aufgabe gemacht, als ich im März 1852 mich einige Tage in Cuxhaven aufhielt, und gelangte auch in den Besitz einer nach Schalenbildung und Organisation offenbar sehr verwandten Art [2]), welche sich nur durch die abweichende Lagerung der beiden grossen Fetttropfen characteristisch von Navicula Gemma unterschied. Die Exemplare, welche ich sammelte, krochen sehr munter umher, doch war jede Bemühung, wie ich am angeführten Orte berichtet habe, vergeblich, die haarförmigen Füsschen oder andere Bewegungsorgane zu entdecken. Zu einem gleichen Resultate gelangte Focke [3]) durch seine Beobachtungen an der grossen der Navicula Gemma in vielen Stücken verwandten Surirella bifrons und splendida des süssen Wassers, bei welcher nach ihrer Schalenbildung das Hervorstrecken einzelner Pseudopodien wahrscheinlich genannt werden könnte. Ich habe kürzlich die eben genannten wundervollen Diatomeenarten auch bei Bonn aufgefunden und mit den stärksten Objectiven während des Kriechens beobachtet, jedoch ohne die gesuchten Füsschen zu finden. Feine, starre, borstenartige Anhängsel von verschiedener Länge findet man allerdings oft an lebenden Diatomeen, dieselben sind aber vollkommen bewegungslos und können wohl nur als parasitische Bildungen angesehen werden [4]).

---

1) Abhandlungen der Akademie der Wiss. zu Berlin 1839 p. 102.

2) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie 1852 Heft 2 pag. 195.

3) Physiologische Studien 2. Heft 1854 pag. 31.

4) Vergl. auch Pritchard a history of Infusoria 4. ed. 1861 p. 51,

Hatte Ehrenberg, welcher für die thierische Natur der Diatomeen eintrat und eine ziemlich complicirte Organisation mit Magenblasen und Geschlechtsdrüsen an diesen Organismen annahm, schon aus diesem Grunde ein unbestreitbares Recht äussere Bewegungsorgane vorauszusetzen, so konnte dieses Recht zweifelhaft werden, nachdem sich immer entschiedener herausgestellt hatte, dass die Diatomeen nicht mehr und nicht weniger innere Organe besitzen, als zum Begriff einer Zelle gehören. Mit der Erkenntniss der Natur der Diatomeen als einzelliger Organismen verminderte sich die Zahl derjenigen Naturforscher, welche dieselben dem Thierreiche einzuverleiben Lust hatten, immer mehr, und bei der Unmöglichkeit, äussere Bewegungsorgane an denselben wahrzunehmen, kam man auf den offenbar zeitgemässen Gedanken ihre Bewegungen als einfaches Resultat einer Art von Stoffwechsel aufzufassen. Naegeli formulirte diese Ansicht zuerst genauer, indem er sich in seinen berühmten Untersuchungen über einzellige Algen [1]) dahin aussprach: »Eine dritte Art der eigenthümlichen Bewegung ist das langsame Vor- und Zurückgehen, welches an mehreren Diatomaceen und Desmidiaceen (Closterium) beobachtet wird. Die Zellen besitzen keine Bewegungsorgane. Da sie aber in Folge ihres Ernährungsprocesses flüssige Stoffe aufnehmen und ausscheiden, so muss die Zelle in Bewegung gerathen, wenn die Anziehung und die Ausstossung der Flüssigkeiten ungleich auf die Partieen der Oberfläche vertheilt und so lebhaft ist, dass der Widerstand des Wassers überwunden wird. Man findet daher die Bewegung vorzüglich bei solchen Zellen, welche wegen ihrer spindelförmigen Gestalt leicht das Wasser durchschneiden; auch bewegen sich diese Zellen nicht anders als in der Richtung ihres langen Durchmessers. Wenn die eine Hälfte einer spindelförmigen oder ellipsoidischen Zelle vorzüglich oder ausschliesslich Wasser aufnimmt, die andere Hälfte dagegen abgibt, so bewegt sich die Zelle nach der Seite hin, wo die Aufnahme statt hat. Da aber an diesen Zellen beide Zellenhälften in physiologischer und morphologischer Beziehung vollkommen gleich sind, so ist es bald die eine bald die andere, welche aufnimmt oder abgibt, und somit bewegt sich auch die Zelle bald nach der einen bald nach der entgegenge-

---

wo sich eine sehr gründliche Zusammenstellung aller über die Bewegung der Diatomeen bisher aufgestellter Ansichten findet.

1) Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849 p. 20.

setzten Richtung hin.« In Naegeli's weiteren Mittheilungen treten die Diatomeen ganz zurück. Eine genauere Analyse der mannigfachen Bewegungen derselben würde ihn unzweifelhaft auf einige Schwierigkeiten in der Durchführung seines Erklärungsversuches aufmerksam gemacht haben. Doch dem sei wie ihm wolle, die Theorie fand Beifall, und zu ihrer Verbreitung trug nicht wenig die rückhaltlose Zustimmung bei, mit welcher sich C. Th. von Siebold derselben anschloss [1]), welcher auch die Stellen am Kieselpanzer genauer bezeichnete, wo diese Wechselwirkung und das Aus- und Einströmen stattfinde. Es sind dies Längslinien, welche nach v. Siebold zu vier über die Flächen der Navicula verlaufen. »Diese Linien, welche man lange kennt aber bis jetzt wenig beachtet zu haben scheint, rühren von einer Nath, Spalte oder vielmehr Lücke her, an der keine Kieselmasse abgeschieden ist, so dass an diesen Stellen die den Kieselpanzer auskleidende zarte Primordialhaut mit der Aussenwelt in eine sehr nahe Wechselwirkung treten kann. Ich schliessse dies aus dem Umstande, dass gerade an diesen vier Näthen oder Spalten das Wasser, welches die Navicularien äusserlich umgibt, in Strömung versetzt wird. Man kann sich sehr leicht von der Anwesenheit dieser Strömung überzeugen, wenn man das Wasser, in welchem sich frische Navicularien befinden, durch feine feste Körperchen trübt. Am besten eignen sich hierzu Indigopartikelchen. Hat sich das durch Indigo gefärbte Wasser auf dem Objectglase beruhigt, so wird man durch das Mikroskop bald gewahr werden, dass diejenigen Indigopartikelchen, welche mit lebenden Navicularien in Berührung kommen, in eine schwankende Bewegung versetzt werden, nachdem sie sich vorher ganz ruhig verhalten hatten. Man wird sich ausserdem überzeugen, dass nur derjenige Indigo in Bewegung geräth, der mit jenen vier vorhin erwähnten Näthen des Kieselpanzers in Berührung gekommen ist, während die an anderen Stellen dieser Hülle anhängenden Indigotheile ganz unbeweglich bleiben. Ausser der schwankenden Bewegung nimmt man noch eine andere höchst auffallende Bewegung an jenen Indigostückchen wahr. Sie werden nämlich, nachdem sie mit jenen Näthen der Kieselpanzer in Berührung gekommen, an denselben ziemlich schnell auf- und niedergeschoben. Niemals bemerkt man, dass die von den Endwülsten gegen die beiden Mittelwülste geschobenen Indigomassen über

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. I, 1849, p. 282.

diese hinübergleiten, immer findet an den Mittelwülsten ein Ruhepunkt statt, von welchem aus die Indigomassen in umgekehrter Richtung wieder gegen die Endwülste zurückgeschoben werden. Es ist dies ein Beweis, dass die linienförmigen Näthe, wie man auch mit Augen sehen kann, sich nicht über die Mittelwülste des Kieselpanzers hinwegerstrecken. Die Strömung ist an diesen Stellen mitunter so stark, dass dadurch unverhältnissmässig grosse Körper, welche mit denselben in Berührung kommen, in Bewegung gesetzt werden.«

Ich komme unten auf diese Bewegung der dem Wasser beigemischten Farbstoffmoleküle, welche v. Siebold beschreibt, zurück. Dieselbe enthält in der That den Schlüssel zur Erklärung der Bewegung der Diatomeen, wenn auch in einer etwas anderen Weise als Naegeli und v. Siebold vermutheten. Hier will ich nur noch erwähnen, dass von ausgezeichneten Kennern der Diatomeen sich auch Rabenhorst[1]) und Smith[2]) für die Naegeli'sche Hypothese aussprachen, während Focke[3]) und Pritchard[4]) die Hoffnung nicht aufgeben, dass noch einmal besondere Bewegungsorgane an den Diatomeen werden entdeckt werden. Uebrigens ist auch kürzlich noch ein englischer Forscher mit der Versicherung, Cilien an Diatomeen als Bewegungsorgane gesehen zu haben, hervorgetreten. J. Hoog bildet in dem Journal of microscopical science 1855 vol. III p. 235 Diatomeen (die Art ist nicht angegeben und auch nicht zu erkennen) mit Cilien an den Enden und einzelnen Stellen der Mitte ab, hat aber keinen Beifall in England gefunden. Er ist offenbar durch seine Beleuchtungsmethode getäuscht worden, worauf auch schon Wenham (ebend. 1856 vol. IV p. 158) aufmerksam macht, welcher die Bewegung der Diatomeen genau verfolgte und an fremden Körperchen des umgebenden Wassers dieselben auf- und abgleitenden Bewegungen beobachtete, wie sie v. Siebold zuerst an Farbstoffkörnchen beschrieb. Als Ursache derselben will Wenham undulirende Bewegungen einer äusseren Membran wahrgenommen haben (l. c. p. 160).

Meine Untersuchungen über die Bewegungen des Protoplasma im Innern von Zellen, über welche ich an verschiedenen Orten be-

---

1) Die Süsswasser-Diatomeen. Leipzig 1853 p. 4.

2) A synopsis of the British Diatomaceae vol. I 1853 p. XXIII.

3) l. c.

4) A history of Infusoria 4. edit. 1861 p. 52.

richtet habe, sind zum Theil von Beobachtungen grösserer Diatomeen ausgegangen [1]). Aber die Arten, bei denen ich die bei ihnen bis dahin unbekannte Körnchenströmung beschrieb, Rhizosolenia, Coscinodiscus und Denticella, welche ich im Meere bei Helgoland mit dem feinen Netze fischte, zeigen keine deutlichen Ortsbewegungen. So nahe es offenbar liegen musste, nach der Wahrnehmung der namentlich bei Rhizosolenia sehr lebhaften inneren Protoplasmabewegungen die Frage nach dem Grunde der Ortsbewegungen der Diatomeen überhaupt wieder aufzunehmen, so konnten die angegebenen Gattungen keine Brücke zur Lösung der angeführten Frage bieten. Ich habe es seither nicht unterlassen grössere Arten der kriechenden Diatomeen wiederholt unter starken Vergrösserungen zu mustern. Immer drängte sich mir der Gedanke von Neuem auf, dass aus dem Kieselpanzer hervortretende Theile des inneren Protoplasma die Ursache der Bewegung abgeben, und dass man mit der grösseren Leistungsfähigkeit unserer Objective und bei der nöthigen Ausdauer diese äusseren Protoplasmamassen werde zur Anschauung bringen können. Es ist mir jetzt endlich gelungen einige entscheidende Beobachtungen in dieser Richtung zu machen, welche meine Vermuthung vollkommen bestätigen und die Bewegung der Diatomeen zu erklären im Stande sind.

Unter den schiffchenförmigen kriechenden Diatomeen sind durch ihre Grösse fast vor allen anderen ausgezeichnet die beiden Pleurosigma-Arten angulatum und balticum, von welchen die erstere trocken oder in Balsam präparirt als Probeobject allgemein bekannt ist. Beide leben im Meerwasser und boten sich mir in zahlreichen, lebhaft kriechenden Exemplaren in Ostende zur Untersuchung dar. Man findet sie dort in den an niederen thierischen und pflanzlichen Organismen reichen sogenannten Austernparks, in denen sie u. A. die bei sonnigem Wetter auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden Oscillarienklumpen bewohnen.

Die schnellen Bewegungen, welche sie wie alle Navicularien des Meerwassers ausführen und welche kaum von denen des süssen Wassers erreicht werden, verbunden mit ihrer ansehnlichen Grösse veranlassten mich zunächst wieder nach äusseren Bewegungsorganen

---

1) Innere Bewegungserscheinungen bei Diatomeen der Nordsee aus den Gattungen Coscinodiccus, Denticella, Rhizosolenia. Müller's Archiv etc 1858 p. 330 Taf. XIII.

zu suchen. Die Mühe war aber, trotzdem ich mich ausgezeichneter Linsensysteme bediente, auf directem Wege eine vergebliche.

Zum Studium der inneren Organisation, zu dem ich mich sodann wandte, ist Pleurosigma angulatum ungleich geeigneter als das grössere balticum. Denn bei diesem hindert die scharf markirte Streifung der Oberfläche, welche schon bei schwachen Vergrösserungen erkennbar ist, den Einblick in das Innere, während die bekannten Reliefverhältnisse bei jener Art an lebenden, also in Wasser befindlichen Exemplaren nur so schwach hervortreten, dass der Kieselpanzer als ganz durchsichtig bezeichnet werden kann. Mir ist nicht bekannt, dass eine nach dem Leben gefertigte Abbildung von Pleurosigma angulatum existire, und glaube ich den Lesern des Archivs daher einen Gefallen zu erweisen, wenn ich von diesem in seiner Kieselhülle jedem Mikroskopiker bekannten Organismus einige Zeichnungen wiedergebe. Kriechende Exemplare kehren dem Beobachter fast immer ihre breite Seite zu, wie sie in Fig. 1 und 2 abgebildet sind, über deren Mitte ein Längsstreif verläuft, die Raphe mit der spindelförmigen Anschwellung in der Mitte, dem Nabel. Die gelbe Farbe, welche das Körperchen mehr oder weniger vollständig erfüllt, ist an zwei Längsbinden geknüpft, welche die eine rechts die andere links in dem breiteren Theile der Schale in ziemlich complicirten Windungen auf- und absteigen. Die Breite dieser Farbstoffbänder ist Variationen unterworfen, so dass dadurch bedeutende Unterschiede in der Vertheilung des Farbstoffs bei verschiedenen Individuen entstehen. Nur bei schmalen Bändern ist es möglich die Windungen derselben genau zu verfolgen, wie in dem in Fig. 1 abgebildeten sehr hell gefärbten Exemplare, welches zu der Täuschung Veranlassung geben könnte, als seien 4 getrennte Farbstoffbänder vorhanden. Bei aufmerksamer Betrachtung bemerkt man die versteckter gelegenen Verbindungen, welche auf jeder Seite zwischen der oberen und unteren gelben Schlinge bestehen. Eine solche Anordnung des Farbstoffes wie die gezeichnete ist mir wiederholt vorgekommen, obgleich sie nicht die gewöhnliche ist, die mehr in Fig. 2 sich wiedergegeben findet, dadurch ausgezeichnet, dass die Farbstoffbänder dicker geworden sind und in ihren Windungen nicht mehr so deutlich übersehen werden können. Viele Exemplare sind scheinbar so gleichmässig gelb gefärbt, dass eine längere Beschäftigung mit dem Objecte dazu gehört die ungefärbten Stellen herauszufinden. Als solche markiren sich immer die der Raphe entsprechenden Theile des Innern,

indem bei lebenden Exemplaren nie ein Hinübergreifen des Farbstoffes aus der einen Hälfte in die andere dicht unter der Raphe statthat. So sind die gelben Bänder der Fig. 4 nicht mehr in der natürlichen Lage. Die Zeichnung ist nach einem mehrere Tage in Ueberosmiumsäure aufbewahrten Exemplare gefertigt, nach welcher Procedur die innern Theile zwar vollständig erhalten, die Bänder aber aufgewickelt sind.

Nächst der gelben Farbe fällt an den lebenden Pleurosigmen zunächst in die Augen eine stets in gleicher Weise sich wiederholende Anordnung von stark lichtbrechenden Oelkugeln. Den schnabelförmigen Enden des Panzers näher als der Mitte liegen constant unter der Raphe je zwei Fetttropfen von ansehnlicher Grösse. Man erkennt sofort, dass die beiden Oelkugeln bei der in Fig. 1 und 2 abgebildeten Lage der Diatomee sich in verschiedenen Ebenen befinden, so dass oft eine die andere mehr oder weniger vollständig deckt. Es ist nothwendig die Diatomee auch von der schmalen Seite zu sehen, um die wahre Lagerung dieser Gebilde zu entdecken. Wie Fig. 3 zeigt befinden sich dieselben in ziemlich weiter Entfernung von einander, nämlich der oberen und unteren Raphe anliegend, die bei der seitlichen Lagerung nach rechts und links gerückt sind. Beim Absterben der Diatomeen in Wasser verändert sich die Lage derselben gewöhnlich sehr bald nach dem Tode [1]), in der Osmiumsäure ist Alles unverändert erhalten. Dass die in Rede stehenden Gebilde Oeltropfen sind, wird abgesehen von ihrer Lichtbrechung durch ihre in der genannten Säure schnell eintretende intensiv blauschwarze Färbung erwiesen [2]).

Die Mitte des inneren Raumes der Diatomee nimmt eine Anhäufung farbloser feinkörniger Masse ein, deren Umgrenzung bei gewöhnlicher Lage des Körpers, wie in Fig. 1 und 2, nicht so scharf markirt erscheint, wie bei einer Axendrehung desselben um 90° (Fig. 3.) In dieser letztbezeichneten Lage tritt die Form dieser Masse bei einer

1) So lässt sich aus der unregelmässigen Lagerung der grösseren Fetttropfen, wie sie die in dem Micrographic Dictionary von Griffith und Henfrey Taf. 2, Fig. 33 abgebildete Pleurosigma (Gyrosigma) angulatum zeigt, schliessen, dass das bezügliche Exemplar, trotzdem der Zellenkern und die ihn umgebende Protoplasmaschicht noch deutlich zu sehen war, doch nicht mehr lebte.

2) Vergl. die Bemerkungen über die Wirkung der Ueberosmiumsäure auf Fette, p. 301 dieses Archivs.

Einstellung auf den Mittelpunkt derselben, welcher zugleich der Mittelpunkt der Diatomee ist, dem Beobachter wie ein Viereck entgegen, dessen rechte und linke Seite durch die Grenzlinien des Kieselpanzers gebildet sind, dessen obere und untere eine Concavität den schnabelförmigen Enden zukehren. Es ist eine unregelmässig kuglige Anhäufung, aus welcher sich zwei einander gegenüberstehende Leisten entwickeln, die genau der oberen und unteren Raphe, in Fig. 3 also dem rechten und linken Rande der Schale anliegen. Dieselbe birgt in sich einen kugligen Kern, welcher genau das Centrum der Diatomee einnimmt, aber im Leben nicht sehr deutlich begrenzt hervortritt. Nach Behandlung mit verdünnten Säuren sieht man ihn besser. Kern und feinkörnige Umgebung verhalten sich wie die von mir früher bei anderen Diatomeen beschriebenen als Zellenkern und Protoplasma gedeuteten Gebilde; es kann nach Anordnung und chemischer Beschaffenheit und nach der ganzen Organisation der Diatomee kein Zweifel obwalten, dass diese Bedeutung den genannten Gebilden auch hier zukommt. Das Protoplasma enthält ausser den schwach lichtbrechenden unmessbar feinen Körnchen bei verschiedenen Individuen eine verschieden grosse Zahl von kleinen Fetttröpfchen, die sich durch ihren Glanz und die in Ueberosmiumsäure schnell eintretende schwarze Färbung auszeichnen (vergl. Fig. 4). Die Begrenzung des Protoplasma nach aussen hin erscheint, wie angeführt, in der Profilansicht, Fig. 3, ziemlich scharf, minder deutlich in der Flächenansicht. Jedenfalls setzt sich, wie Fig. 3 zeigt, längs der beiden Raphe das Protoplasma eine gewisse Strecke nach dem Ende der Schale zu fort, wie weit ist schwer zu bestimmen, weil die Körnchen des Protoplasma ausserordentlich fein sind, und die verhältnissmässig starke Lichtbrechung des Kieselpanzers und die theilweise Erfüllung desselben mit gelbem Farbstoff die Beobachtung in der Lage wie Fig. 3 erschweren. Es scheint, dass die Körnchen nach kurzer Strecke, wie die Zeichnung, in der die farbigen Bänder weggelassen sind, angiebt, ganz schwinden. Die Flächenansicht hat mir auch keine sicheren Beweise für eine weitere Ausdehnung des Protoplasma längs der Raphe gegeben. Dagegen tritt in den schnabelförmigen Enden der Diatomee wieder körniges Protoplasma auf. Dasselbe liegt hier, wie Fig. 1 und 2 zeigen, ebenfalls in ganz dünner Lage längs der Raphe, und bildet schliesslich am äussersten Ende des Schnabels eine in Fig. 3 im Profil sichtbare Anhäufung. Hier beobachtete ich mittelst der stärksten Vergrösserungen

eine zitternde Bewegung und ein Fortrücken der Körnchen längs der Raphe, wie es bei Closterien bekannt ist. Doch konnte ich die gleitenden Körnchen bei Flächenansichten, die sich zu diesen Beobachtungen am besten eignen, auch viel häufiger sich dem Beobachter darbieten als die Profillagen, gegen die Mitte zu nicht über die grossen Oeltropfen hinaus verfolgen. Diese selbst ändern ihre Lage nicht.

Ob ausser diesen Abzweigungen des den Kern umhüllenden Protoplasma noch andere, den inneren Raum der Zelle durchsetzende Protoplasmafäden vorkommen, habe ich mit Sicherheit nicht entscheiden können. Bei der sehr geringen Grösse der Körnchen und der Erfüllung eines ansehnlichen Theiles des Intracellularraumes mit gelbem Farbstoff ist die Beobachtung in hohem Grade erschwert. Jedenfalls ist die Diatomee, welche ich früher bei Helgoland mit dem feinen Netze fischte und für Pleurosigma angulatum hielt [1]), an der ich nach der Aufbewahrung in liquor conservativus Netze von Protoplasmafäden im Innern zu erkennen glaubte, viel ärmer an Farbstoff und eine andere kleinere Art, wie ich jetzt sehe.

Pleurosigma angulatum kriecht, wie alle mit einer ähnlichen Raphe versehene Diatomeen, stets auf dieser Nath. Hat man ein Deckgläschen auf das Präparat gelegt, so kommt es vor, dass ein einzelnes Exemplar an der Unterseite des Deckgläschens festhaftend hier seine kriechenden Bewegungen ausführt, während dies gewöhnlich auf der oberen Seite des Objectträgers geschieht. Ein freies Schwimmen durch das Wasser kommt, so viel ich gesehen habe, nicht vor. Die Diatomee bedarf nothwendig zum Kriechen eines festen Körpers zum Anhalten. Natürlich können fremde im Wassertropfen befindliche Gegenstände, z. B. Algen, Oscillatorienfäden, Sandkörner dieselben Dienste wie die Glasflächen leisten, und kriecht die Diatomee an solchen Gegenständen hin, so wendet sie ihnen ebenfalls stets die Raphe zu. Aber auch beim Kriechen auf der glatten Glasfläche kann eine Axendrehung vorkommen. Bei einer solchen bleibt aber bei Pleur. angulatum immer noch ein Theil der Raphe mit dem Glase in Berührung. An den schnabelförmigen Enden nämlich weicht die Raphe aus der Mittelebene am einen Pol nach oben, am anderen nach unten ab. Ja selbst bei dem öfter zu beobachtenden Aufrichten einer Diatomee auf die eine Spitze des Körpers bleibt das Ende der

1) Müller's Archiv f. Anatomie etc. 1858, p. 332.

Raphe mit dem Glase in Contact. Nachdem ich mich von dieser Thatsache überzeugt hatte, also für den Fall, dass ein besonderes Bewegungsorgan vorhanden sei, die Raphe als den nothwendigen Sitz desselben bezeichnen musste, machte ich die Beobachtung der im Schnabel längs der Raphe vorkommenden Körnchenbewegung. So galt es denn vor allen Dingen zu entscheiden, ob diese letztere dem in der Schale eingeschlossenen Zellenkörper angehöre oder eine äusserlich auf der Oberfläche des Kieselpanzers verlaufende sei, in welchem Falle das Bewegungsorgan der Diatomee, gleichsam der Fuss, auf welchem sie kriecht, gefunden gewesen wäre. Das Heben und Senken des Tubus gab bei der enormen Zartheit der Kieselhülle keine Entscheidung und reine Profilansichten wollten sich mir nicht darbieten. So kam ich auf den Gedanken, fein vertheilte körnige Farbstoffe dem Wasser beizumischen, indem ich davon ausging, dass nach den von mir früher angestellten Experimenten über die Aufnahme von Farbstoffen in die Körnchenbewegung zeigenden Protoplasmafäden der Rhizopoden[1]), bei äusserer Körnchenströmung auch hier die Farbstofftheilchen sich der Bewegung anschliessen würden. Die mit Carminpulver angestellten Experimente ergaben sofort ein positives Resultat. Die Farbstoffkörnchen, welche der Zufall an die dem Beobachter zugekehrte, obere Raphe hinführte, hafteten, wie durch eine klebrige Masse gebannt, fest und wurden längs dieser Nath des Kieselpanzers auf- und abgeschoben, gerade so wie ein Carminkörnchen, welches die Oberfläche einer Pseudopodie von Gromia etc. berührt, in die Masse derselben aufgenommen wird und mit den Körnchen weiter wandert. Ich dehnte diese Versuche sofort auf alle mir zu Gebote stehenden Arten des Meeres aus und zog später noch eine Anzahl Arten des süssen Wassers zur Vergleichung heran. Bei allen zeigte sich wesentlich dasselbe wie bei Pleurosigma angulatum, dass nämlich nur längs der Raphe oder der ihr entsprechenden Leiste des Kieselpanzers eine Anheftung und Bewegung fremder Körper stattfindet. Die von mir vorzugsweise berücksichtigten Arten sind: Pleurosigma balticum (Taf. XXIII, Fig. 5 und 6); Ceratoneis fasciola (Fig. 7), C. Closterium und prolongatum; Navicula viridis, fulva und gibba oder gibberula;

1) Vergl. meine Schrift: das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig 1863, p. 26.

Surirella bifrons oder biseriata, splendida und librile; Nitschia linearis und sigmoides (Fig 9.) Das Genauere über diese merkwürdige Verschiebung fremder Körper längs der Raphe ist Folgendes:

1) die Bewegung findet statt sowohl während des Kriechens als auch während der Ruhe. Dieselbe kann an jedem Punkte der Raphe beginnen. Aber nicht alle Körperchen, welche in der Nähe der Raphe liegen, werden bewegt; dadurch unterscheidet sich der Vorgang wesentlich von einer in der Flüssigkeit erzeugten Strömung. Es muss eine directe Berührung der Raphe stattfinden um die Bewegung einzuleiten. Sobald der fremde Körper erfasst ist, wird er in jener für die Körnchenbewegung so characteristischen eigenthümlich zitternden, öfter stockenden Gangart fortgeschoben. Die Richtung der Bewegung ist nicht vorauszusagen.

2) Liegt die Diatomee still, so ist die Bewegung gewöhnlich die, dass der Farbstoffklumpen bis an das eine Ende gleitet, hier kurze Zeit anhält und dann seinen Lauf in der entgegengesetzten Richtung beginnt, um über den Nabel hinweg bis an das andere Ende der Diatomee zu gelangen, hier nach längerer oder kürzerer Pause von Neuem umzukehren und diese Wanderung beliebig oft zu wiederholen. Dabei kann mitten im Laufe ein Stillstand oder eine Umkehr stattfinden. Letztere kann dadurch veranlasst werden, dass ein zweites Körnchen dem ersten entgegenläuft und nun beide denselben Weg weiter verfolgen. Eine Begegnung von Carminkörnchen der Art, dass sie in entgegengesetzter Richtung aneinander vorbeilaufen, was man an Pseudopodien oft beobachtet, habe ich längs der Raphe der Diatomeen nicht gesehen.

3) Kriecht die Diatomee mit der Raphe auf dem Objectträger, so gerathen kleinste Körnchen, welche dicht auf dem Glase aufliegen und über welche die Diatomee so zu sagen hinweg muss, gewöhnlich in keine auffallende Bewegung. Aber solche, welche im Wasser suspendirt auf die obere Raphe zu liegen kommen, werden ergriffen und gleiten entweder in derselben Richtung wie die Diatomee sich bewegt, nur schneller über der Raphe hin, oder schlagen die entgegengesetzte Richtung ein, oder werden auch nur festgehalten und mitgeschleppt, ohne sofort auf der Raphe selbstständige Bewegungen auszuführen. Dasselbe gilt für den Fall wo die Diatomee an der unteren Seite des Deckgläschens kriecht. Dann ist die dem Beobachter abgewandte Raphe frei und bemächtigt

sich der unter ihr liegenden fremden Körper, um sie in Bewegung zu setzen.

4) Die Grösse der fremden Körper, welche auf diese Weise in Bewegung versetzt werden, ist oft eine sehr ansehnliche. Es kommt häufig vor, dass Körper, deren absolutes Gewicht nach ungefährer Schätzung dasjenige der Diatomeen bei weiten übertrifft, sich der Bewegung anschliessen. Ja sie scheinen mit besonderer Vorliebe erfasst zu werden. Wenigstens liegen molekulär kleine Körperchen oft still, wo man glauben sollte sie befänden sich in unmittelbarer Berührung mit der Raphe, an welcher sich grössere Körper bewegen. Bei den fortschreitenden Bewegungen der Diatomeen werden fremde Körper, welche von der Raphe erfasst und bis zu dem schnabelförmigen Ende fortgeschoben waren, häufig nachgeschleppt. Welch bedeutendes Gewicht in dieser Weise fortbewegt werden kann, tritt am auffallendsten bei den kleinsten Diatomeen hervor. Navicula gibberula, welche nicht mehr als 0,015‴ in der Länge misst, sah ich Farbstoffklumpen von nach allen Dimensionen des Raumes mindestens gleichem Durchmesser hinter sich herziehen (Fig. 8).

5) Entledigt sich die Diatomee einer solchen Last, so geschieht es meist, dass der fremde Körper am hinteren Ende noch eine kurze Zeit nachgeschleppt wird, wenn auch der sichtbare Zusammenhang mit der Kieselschale bereits aufgehört hat. Es ist wie in Fig. 2 ein freier Zwischenraum zwischen der Diatomee und dem Farbstoffklumpen, und doch folgt der letztere noch längere oder kürzere Zeit der ersteren. Endlich reisst er wie mit einem Ruck plötzlich ab. Offenbar verklebt eine unsichtbare organische Substanz, welche von dem Schnabel der Diatomee ausgeht, diesen mit dem fremden Körper. So beobachtete ich auch, dass mehrere kleinere längs der Raphe hin und her geschobene Körper, wenn sie sich endlich beim Kriechen vom hinteren Schnabel ablösen, wie durch eine schleimige Masse untereinander zusammenkleben.

6) Platte Diatomeen, deren Raphe sich auf der schmalen Seite befindet, wie bei Nitschia, bei Tryblionella, auch bei einigen Pinnularien nehmen in der Ruhe eine Lage ein, dass die Näthe sich am rechten und linken Rande hinziehen. Wollen sie auf der Glasplatte kriechen, so müssen sie sich aufrichten. Es ist dasjenige Manöver, welches Focke bei Pinnularia viridis so ausführlich beschreibt und welches ihn veranlasst, entschieden an der thierischen Natur der Diatomeen festzuhalten. »Man kann sie umwerfen

und sie steht wieder auf.« [1]) Die Diatomee kann allerdings auch in dieser Ruhelage kriechen, sobald ein fremder Körper von genügender Grösse an einen der Ränder anstösst und die Raphe somit einen festen Körper zur Stütze bekommt. Zwischen Sandkörnchen und Pflanzentheilen sieht man daher solche Diatomeen sich in allen nur möglichen Lagen herumbewegen.

Diese sogenannte Ruhelage ist in vieler Beziehung interessant um die längs der beiden Raphe vorkommenden Bewegungen fremder Körper zu beobachten. In ihr ist es möglich die Bewegung gleichzeitig an beiden Raphe zu verfolgen, was beim Kriechen auf der Glasplatte nicht ausführbar ist, wo immer nur eine Raphe frei bleibt. Ich habe zu diesen Beobachtungen vorzugsweise Nitschia linearis und sigmoides benutzt, einzeln auch Pinnularia viridis. Die Bewegung der Farbstoffkörner oder anderer oft ansehnlich grosser fremder Körper ist unter den angegebenen Umständen verschieden. Entweder laufen die Gegenstände an beiden Rändern der Diatomee in gleicher Richtung, erreichen das eine Ende und ruhen hier eine kurze Zeit, während sich noch einige Nachzügler zu ihnen gesellen. Dann beginnen sie den Rückweg zum entgegengesetzten Ende. Diesen treten sie jedoch gewöhnlich nicht gleichzeitig auf beiden Seiten an. Eine geht der anderen voraus, und manchmal sind die Körnchen des einen Randes bereits am Ende angelangt, ehe die anderen die Hälfte des Weges zurückgelegt haben oder sich überhaupt nur in Bewegung setzten. Gewöhnlich tritt nach dem Eintreffen der Körnchen am Ende wieder eine kurze Ruhe ein, bis die Bewegung von Neuem rückläufig beginnt. Nicht selten kommt es vor, dass da die eine Seite der anderen vorauseilt, die Körperchen der einen ihren Rückweg antreten, während die der anderen noch auf dem Hinwege sich befinden, dass also an beiden Rändern entgegengesetzt gerichtete Bewegungen ablaufen (Fig. 9 durch Pfeile bezeichnet). Dieser Umstand ist sehr wichtig, denn er beweist die Selbstständigkeit der Bewegungserscheinungen an jeder Seite. So ist es ebenfalls äusserst bemerkenswerth, dass nach dem Eintreffen eines fremden Körpers an einem Ende der Diatomee dieser niemals das Ende umkreist um von einem Rande auf den anderen zu gelangen. Er bleibt stets auf derselben Seite, woraus wiederum die vollkommene Selbstständigkeit der Bewegung an jeder der beiden Raphe hervorgeht.

1) Physiologische Studien. Heft II p. 25.

7) Sehr überraschend ist die Beobachtung der langschnabeligen Formen der Gattung Ceratoneis (*Ehrb.*). Wie bei der in Fig. 7 abgebildeten Ceratoneis (Pleurosigma *Smith*) fasciola geht die Raphe bis an das Ende der Schnäbel. Diese sind bei manchen Arten mehr als das Doppelte so lang als der dickere Körper der Diatomee und so fein, dass sie nur bei starker Vergrösserung erkannt werden. Trotz dieser geringen Mächtigkeit laufen auf ihnen grosse Farbstoffklumpen mit derselben Schnelligkeit hin und her wie an dem breitesten Theile des Körpers.

8) Ausser den Diatomeen mit zwei Raphe, zu denen die bisher genannten Arten gehören, sei es dass dieselben in der Mitte durch den Nabel deutlich unterbrochen sind, wie bei Pinnularia viridis, oder nicht wie bei Pleurosigma, gibt es auch solche mit vier. Unter diesen ist die grosse Surirella bifrons oder biseriata wohl die interessanteste. Schon Focke bildet sie im Querschnitt ab und zeichnet die an den vier Kanten des Körpers vorspringenden Leisten. Diese entsprechen in ihrem Bau den zwei Leisten der Nitschia, nur ist der ansehnlichen Grösse wegen bei Surirella biseriata Alles viel deutlicher. Bei Beobachtung der lebenden Exemplare gelang es mir leicht, die Bewegung fremder Körper an diesen Kanten wahrzunehmen, und zwar wenn die Diatomee wie öfter geschieht auf einer Kante kriecht, gleichzeitig an den drei übrigen. Auch diese Kanten gehen an den Enden nicht in einander über, so dass die Bewegung an jeder derselben eine selbstständige ist.

Surirella biseriata ist zugleich unter allen mir bekannten Diatomeen des süssen Wassers die geeignetste, um innere Bewegungserscheinungen wahrzunehmen. Wie schon Focke[1]) und W. Smith[2]) angeben, fand auch ich den körnigen Inhalt derselben in einer ziemlich schnellen Bewegung. Man erkennt in den meisten Exemplaren schon bei 200—300maliger Vergrösserung, dass die gewöhnlich in ziemlich grosser Zahl im Innern der Schale enthaltenen verschieden grossen Fetttröpfchen ihre Lage fortwährend ändern, indem sie langsam gleitend auf ziemlich complicirten Bahnen durcheinander laufen. Viel weiter kommt man auch nicht mit den stärksten Vergrösserungen. Denn das Innere ist stets so gleichmässig dunkelgelb gefärbt, dass man wenig mehr von dem Inhalte erkennt als die dunkelcontourirten

1) l. c. p. 30.
2) A. synopsis of British Diatomaceae I, p. XXI.

Körperchen. Doch gelingt es, sich bei verschiedenen Lagen der Diatomee zu überzeugen, dass eine ansehnliche Menge feinkörnigen Plasmas den centralen Zellenkern umgiebt und dass sich verschiedene Protoplasmastränge durch den Intercellularraum erstrecken, in denen die Fetttröpfchen sich in der lebhaftesten gleitenden Bewegung befinden. Mir ist von keiner Diatomee etwas Aehnliches bekannt geworden, nur die langen wandständigen Protoplasmazüge der Rhizosolenien mit ihren gleitenden Farbstoffkörnern wüsste ich, was die Schnelligkeit der Bewegung betrifft, damit zu vergleichen. Nach W. Smith (l. c.) soll bei Nitschia scalaris und Campylodiscus spiralis etwas Aehnliches zu beobachten sein.

Es fragt sich nun, welches ist die Ursache der beschriebenen merkwürdigen Bewegung fremder Körper längs der Raphe. Offenbar giebt es nur eine Erklärung für dieselbe, es muss ein äusserlich an der Raphe zu Tage liegender Protoplasmastreif sein, welcher die Farbstoffpartikelchen ankleben macht und in eine gleitende Bewegung versetzt. Denn es giebt nur eine Erscheinung, welche mit der Bewegung der an der Diatomee gleitenden fremden Körper verglichen werden kann, das ist die Aufnahme und Fortbewegung solcher Körper seitens der Pseudopodien der Rhizopoden, wie sie z. B. beobachtet wird, wenn man lebende Gromien oder Milioliden in mit Carminkörnchen versetztes Wasser bringt. Die Art des Anklebens und der Fortbewegung der Farbstoffkörperchen ist in beiden Fällen durchaus übereinstimmend, und da bei den Diatomeen als einzelligen Organismen Protoplasma, und zwar in manchen Arten deutlich bewegtes Protoplasma, den Hauptbestandtheil des Zellenkörpers bildet, so spricht Alles dafür, dass auch die äusseren Bewegungen auf Protoplasmabewegungen zurückzuführen seien.

Die nächste Frage wird die sein, kann man abgesehen von den Bewegungen anstossender fremder Körper, von den längs der Raphe ablaufenden Protoplasmabewegungen selbst etwas sehen? Es war, wie oben auseinandergesetzt worden, die Körnchenbewegung längs der Raphe bei Pleurosigma angulatum, welche mich auf den Gedanken brachte, es könnte hier äusserlich fliessendes Protoplasma vorhanden sein, und mich veranlasste, ohne damals die Beobachtungen Siebolds zu kennen, das Verhalten anstossender Farbstoffkörnchen genau zu beobachten. Die fortgesetzte Untersuchung dieser Körnchenbewegung hat dann ergeben, dass dieselbe nicht äusserlich sondern im Innern der Schale abläuft. Davon kann man sich an

Exemplaren überzeugen, welche sich in der freilich seltener vorkommenden Profillage befinden. Allerdings erschwert die Stärke der Lichtbrechung, welche der Kieselpanzer besitzt, die Untersuchung bei sehr starken Vergrösserungen etwas, doch glaube ich mich bestimmt überzeugt zu haben, dass körniges Protoplasma aussen auf der Raphe von Pleurosigma angulatum nicht fliesst.

So wandte ich mich zu anderen Diatomeen, und zwar zunächst zu den grössten mir zu Gebote stehenden, zu dem im Meerwasser häufigen, gewaltigen Pleurosigma balticum (Fig. 5 u. 6). Auch hier ist wie bei Pleurosigma angulatum der Kern im Centrum von einer Protoplasmaschicht umhüllt, welche sich, wie die Profillage Fig. 6 zeigt, eine Strecke weit an den beiden Raphe nach vorn und hinten hinzieht. Dagegen vermisste ich die Protoplasmaanhäufungen in den Enden und die Körnchenströmung längs der Raphe, wie ich überhaupt keinerlei weder innere noch äussere Protoplasmabewegung an dieser Diatomee beobachtet habe. Fremde Körper bewegen sich dagegen wie bei Pl. angulatum längs der Raphe äusserlich hin und her. Ich nahm dann was mir von Diatomeen vorkam mit den stärksten Vergrösserungen durch, aber weder unter denen des Meeres noch denen des süssen Wassers, so lebhaft auch die Bewegungen fremder Körper längs der Raphe abliefen, habe ich eine einzige gefunden, die äusserlich wahrnehmbare Körnchenbewegung zeigte. Mit am günstigsten für diese Beobachtungen halte ich die schöne vierkantige Surirella biseriata oder bifrons, da ihre vorspringenden Kanten, die Leisten längs deren die Bewegung fremder Körper geschieht, blattartig dünn ausgezogen sind, und keine starke Lichtbrechung an der freien Firste veranlassen. Aber auch hier ist wie gesagt Nichts von Körnchenbewegung zu sehen.

Unter diesen Umständen bleibt also nur eine Annahme übrig, dass nämlich das längs der Raphe zu Tage tretende bewegte Protoplasma hyalin sei, vollkommen frei von erkennbaren Körnchen, etwa wie die Substanz der Pseudopodien der von mir beschriebenen Gromia Dujardinii (Organismus der Polythalamien Taf. VII, Fig. 1) oder der Difflugien.

Wie oben erwähnt wurde hat C. Th. von Siebold bereits die Bewegung von Farbstoffpartikelchen längs der Raphe von Diatomeen gesehen, aber die Erklärung dieser Erscheinung auf einer anderen Seite gesucht als wir gethan haben. Er spricht von einer »Strömung«, welche an den »Näthen« der Naviculaceen in dem um-

gebenden Wasser erzeugt werden soll, von einer »schwankenden Bewegung« der mit den Näthen in Berührung kommenden Farbstofftheilchen, und unterscheidet von dieser die gleitende der längs der Raphe fortgeschobenen Theile. Siebold glaubt durch seine Beobachtungen die Naegeli'sche Theorie von der Bewegung der Diatomeen durch exosmotische und endosmotische Ströme stützen zu können und nimmt die von ihm sogenannten Näthe als diejenigen Stellen, wo der Austausch stattfinden soll. Von ganz besonderer Bedeutung muss in dieser Rücksicht die Angabe v. Siebold's erscheinen, dass die vom Ende der Diatomeen gegen die Mitte vorgeschobenen Farbstofftheile niemals die Mitte überschreiten sollen, sondern von dieser aus immer wieder in der Richtung nach den Enden zurücklaufen.

Hiergegen habe ich zu bemerken, dass ich die von v. Siebold statuirte doppelte Art der Bewegung fremder Körper, die schwankende, gewissermaassen in Folge einer Wirkung aus der Ferne eintretend, und die gleitende nicht zu unterscheiden vermochte. Jede Art von Bewegung, welche als eine durch das Wasser mitgetheilte aufgefasst werden könnte, fehlt sicherlich vollständig, es giebt nur die eine, welche durch das Ankleben des fremden Körpers an die Raphe respective die dieselbe überziehende organische Substanz, und durch die Bewegung derselben erzeugt wird. Sodann aber ist das von v. Siebold behauptete Stillstehen der gleitenden Körperchen an dem Mittelwulst und das darauffolgende Umkehren sicherlich keine allgemeine Erscheinung. Die Regel ist vielmehr, wie ich oben geschildert habe, dass ein fremder Körper, welcher sich auf der Raphe in Bewegung gesetzt hat, ohne Aufenthalt die Mitte überschreitet und bis an das entgegengesetzte Ende der Diatomee gelangt, um jetzt erst, gewöhnlich nach einer ganz kurzen Pause, den Rückweg einzuschlagen. Während der gleichmässig fortschreitenden Bewegung tritt allerdings oft ein Stocken ein, ein Stillhalten und auch hie und da ein Umkehren. Dies geschieht wie an allen Stellen so auch am Mittelwulst. Aber von einem hier regelmässig eintretenden Wechsel ist nicht die Rede. Der hochgeschätzte sonst so genaue Beobachter führt leider die Species nicht auf, welche er zu seinen Untersuchungen wählte, sonst liesse sich das Missverständniss wohl sicher aufklären. Siebold spricht nur von Navicularien und Navicula. Seine Angabe (l. c. p. 283), dass sich auf der Mitte der beiden Hauptflächen vier Linien oder Spalten befinden, d. h. auf jeder

zwei, welche »sich nicht über die Mittelwülste des Kieselpanzers hinweg erstrecken«, scheint sich auch nur auf einen Theil der Navicularien beziehen zu lassen, wie auf Navicula (Pinnularia) viridis und die ihr verwandten Arten. Wenn nun der mittlere Zwischenraum zwischen den beiden einander entgegenlaufenden Näthen sehr breit ist, wird, wie ich nicht bezweifle, die von v. Siebold beobachtete von der Mitte beginnende rückläufige Bewegung fremder Körper vorkommen. Für Navicula viridis und einige kleinere Arten dieser Gattung gilt jedoch diese Bewegungsart entschieden nicht als Regel. In wie weit übrigens die Raphe oder die Näthe in ihrer ganzen Länge offene Spalten darstellen, wie v. Siebold annimmt, oder nur einzelne Oeffnungen besitzen, wage ich nicht zu entscheiden. Bei Pleurosigma möchte ich das letztere glauben, indem ich es für wahrscheinlich halte, dass nur an den beiden Enden der Raphe durchbohrte Stellen vorhanden sind. Ehrenberg ist geneigt auch bei Navicula die Spalten (die Raphe) für geschlossene Furchen zu halten [1]). Die Löcher aber in der Mitte und an den Enden erklärt er für ausserordentlich fein, und im Grunde eines nach aussen weiteren Trichters gelegen.

Vielleicht dass sich drei Typen in der Bildung der äusseren Schalenöffnungen werden unterscheiden lassen:

1) auf längere Strecken offene Schlitze, wie wahrscheinlich bei Navicula viridis und Verwandten;
2) die Raphe geschlossen aber feine Oeffnungen an den Enden derselben, Pleurosigma;
3) viele hintereinander gelegene Oeffnungen längs der vorspringenden Leiste, welche manche Diatomeen statt der Raphe besitzen, z. B. Nitschia, Surirella bifrons.

In allen diesen Fällen halte ich die Durchbohrungen für so fein, dass sie sich kaum mit Sicherheit mikroskopisch als solche werden erkennen lassen. Für die so zu sagen molekulare Feinheit derselben spricht, wie ich besonders hervorheben möchte, auch der Umstand, dass niemals, so weit meine Beobachtungen reichen, Körnchen des Protoplasma durch dieselben nach aussen gelangen. Das längs der Raphe äusserlich sich bewegende Protoplasma ist wie erwähnt vollkommen hyalin. Für ihre grosse Feinheit spricht weiter der negative Erfolg so vieler Versuche, die Diatomeen zur Aufnahme

1) Die Infusionsthierchen etc. p. 520.

von Farbstoffmolekeln in das Innere der Schale zu bewegen. Bekanntlich hat keiner der späteren Forscher die von Ehrenberg behauptete Nahrungsaufnahme bei den Diatomeen bestätigen können. Ehrenberg selbst erzählt [1]), dass es ihm erst nach 6jähriger fruchtloser Bemühung gelungen sei, die Aufnahme von Indigo bei den Diatomeen wahrzunehmen. A priori erscheint dieselbe äusserst wahrscheinlich. Warum soll das aus der Kieselschale hervorgetretene Protoplasma, welches sich Farbstoffmolekeln aneignet und diese längs der Raphe hin- und herführt, die feinsten Körnchen derselben nicht mit sich in die Schale zurücknehmen? Häufig scheint diese Farbstoffaufnahme aber nicht vorzukommen. Denn wie Cohn und Anderen ist es auch mir gegangen, ich habe vergeblich wochenlang auf diese Aufnahme gewartet, trotzdem ich sehr lebhaft bewegte Arten des Meer- und süssen Wassers, die auch Ehrenberg anwandte, mit zu diesen Versuchen besonders fein geschlämmtem Indigo in Berührung brachte.

Ist demnach eine vollständige Klarheit über das Zustandekommen der beschriebenen Bewegungserscheinungen der Diatomeen noch nicht gewonnen, so betrachte ich doch durch meine Versuche als erwiesen, dass eine klebrige organische Substanz, welche in lebendiger Bewegung begriffen ist, an der Raphe der Diatomeen zu Tage tritt. Allen Analogien zufolge und der einzelligen Natur der Diatomeen entsprechend kann dieselbe nur Protoplasma sein, welches durch Oeffnungen der Schale hervortreten und durch dieselben auch wieder zurückgezogen werden muss. So gut wie dies Protoplasma ansehnlich grosse fremde Körper fortbewegt, wird dasselbe auch genügen, die kriechenden und mannigfach complicirten Bewegungen der Diatomeen selbst zu erklären, um so mehr als ich nachgewiesen habe, dass bei diesen Bewegungen stets die Raphe der festen Unterlage zugekehrt ist. Das die Raphe überziehende oder an ihr zu Tage tretende Protoplasma hat also die Bedeutung einer Art von Fuss, auf welchem die Diatomee kriecht. Dieser stellt zwar einen sichtbaren, getheilten oder ungetheilten Fortsatz, wie Ehrenberg einen solchen annahm, nicht dar, ist aber doch immerhin ein dem von Ehrenberg beschriebenen Schneckenfuss nicht ganz unähnliches äusseres Bewegungsorgan. Die lange discutirte Frage nach der Ur-

---

1) Die Infusionsthierchen etc. p. 242.

sache der Bewegungen der Diatomeen halte ich denn der Hauptsache nach hiermit für erledigt.

Nicht ohne besondere Genugthuung hebe ich schliesslich noch hervor, dass durch die vorstehenden Beobachtungen auch die sonderbarste unter allen Bewegungserscheinungen, welche Diatomeen darbieten, und welcher im Vorstehenden noch keine Erwähnung gethan wurde, eine vollkommen genügende Erklärung findet. Ich meine die inneren Verschiebungen, welche die Colonieen von Bacillaria paradoxa [1]) darbieten, und denen sich die der Bacillaria cursoria *Donkin* [2]) anschliessen. Es scheinen nicht viele Forscher diese merkwürdigen Arten gesehen zu haben, aber wem sie je vorgekommen sind, dem dürfte sich ihr Bild unauslöschlich eingeprägt haben. Ich erinnere mich noch wie heut, als ich vor vielen Jahren die Bacillaria paradoxa bei Greifswald aufgefunden hatte, dass ich wie festgebannt an das Mikroskop stand und mein Auge von dem merkwürdigen Schauspiel, das sich mir darbot, nicht abwenden konnte. Eine Gruppe von 20—30 stäbchenförmigen Bacillarien, welche alle mit ihren langen Seiten in einer Ebene dicht aneinander liegen, so dass die Gruppe in der Ruhe eine dünne viereckige Tafel darstellen würde, ist in der lebhaftesten Bewegung begriffen, indem alle Einzelexemplare sich aneinander verschieben, vorwärts, rückwärts in allen möglichen Lagen, wie Stäbchen sie zueinander annehmen können, ohne dass ein einziges derselben aus dem Zusammenhang mit den übrigen heraustrete; bald zu einer langen Kette ausgezogen, deren Glieder sich nur noch mit minimalen Abschnitten der Seitenränder berühren, bald zu einem Parallelepipedon zusammengeschoben, jetzt eine Figur bildend wie ein Schwarm wilder Gänse, in welchem die mittelste den Führer macht und den Scheitel eines Winkels einnimmt, dessen langausgezogene Schenkel die übrigen bilden, dann eine der anderen in unregelmässiger Anordnung vorauseilend — so wechseln sie in schneller Folge ihre Lage, indem jede an dem Nachbar sich hinschiebt, ohne sichtbare Bewegungsorgane gleitend, durch ein unsichtbares Band aneinandergekettet wie Magnetstäbe, welche aneinander verschoben werden aber nicht voneinander lassen. Ich will auf das zauberhafte Schauspiel, welches

1) Von O. Fr. Müller entdeckt, und das sonderbare Stäbchenthier, später Vibrio paxillifer genannt. Vgl. Ehrenberg, die Infusionsthierchen etc. p. 196.

2) Transact. of the microscop soc. vol. VI, 1858, p. 26, Taf. III Fig. 12.

schon von O. Fr. Müller für physiologisch höchst interessant erklärt, dann wiederholt namentlich von Thwaites[1]) und Smith[2]) von Bacillaria paradoxa, von Donkin und neuerdings von Barkas[3]) bei Bac. cursoria gut beschrieben ist, hier nicht ausführlicher eingehen. Eine Erklärung für dasselbe hat bisher Niemand auch nur versucht zu geben. Nach den oben mitgetheilten Beobachtungen über die Bewegung fremder Körper längs der Raphe löst sich das Räthsel leicht. Wie unter andern die Abbildungen von Ehrenberg[4]) und Kützing[5]) beweisen, ist die Lage der Bacillarienstäbchen zueinander eine solche, dass sie immer mit dem feingestrichelten Rande aneinander hingleiten. Dieser entspricht wie bei Nitschia (Fig. 9) der Raphe. Somit liegt in den Colonieen der Bacillaria paradoxa Raphe an Raphe, und jedes Einzelindividuum schiebt sich an dem benachbarten hin, wie die Nitschia an einem fremden Körper. Dabei hat aber jedes derselben die Selbstständigkeit der Bewegung bewahrt. Durch die die Raphe überragenden Protoplasmaleisten sind die Bacillarienstäbchen aneinander gekittet, sie sind mit einander verklebt als wenn sie einen Organismus bildeten, und doch bewegt sich jedes für sich selbstständig neben dem anderen! Dabei erscheint die Schnelligkeit der Bewegung gesteigert der anderer kriechender Bacillarien gegenüber, aus dem einfachen Grunde, weil wenn zwei in entgegengesetzter Richtung aneinander hinkriechen, sie mit doppelter Geschwindigkeit sich von einander entfernen.

Etwas abweichend sind die Colonieen der Bacillaria cursoria gebildet, in so fern die Stäbchen hier nicht bloss nebeneinander, sondern auch übereinander hinkriechen. Ich habe in Ostende in den Austernparks eine dieser Bacillaria cursoria von Donkin offenbar sehr ähnliche, vielleicht mit ihr identische Form beobachtet, welche ansehnliche Colonieen von fadenförmiger Gestalt bildete, in welchen die Einzelthiere sich bald langsamer bald lebhafter an- und übereinander hinschoben. Mit Schizonema-Fäden sind sie nicht zu verwechseln, denn es fehlt jede Spur einer gemeinschaftlichen gallert-

1) Proceedings of the Linnean society, vol. I p. 311.
2) A synopsis of the british Diatomaceae vol. II p. 8.
3) Quarterly Journ. of microsc. science, Octob. 1865, p. 253.
4) Die Infusionsthierchen etc. Taf. XV Fig. 1.
5) Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen Taf. XXI Fig. XVIII.

artigen Hülle[1]), welche diese letztern auszeichnet, denen wieder jede Spur von Bewegung innerhalb der Gallerthülsen abgeht. Sie haben nur in so fern etwas verwandtes, als jede Colonie in beiden Fällen aus der Theilung eines oder weniger Individuen hervorgegangen sein wird, welche Theilindividuen statt sonst sich in alle Welt zu zerstreuen hier zusammenhängend geblieben sind, bei Schizonema und Verwandten unbeweglich und in gewissen Entfernungen von einander in eine durchsichtige fadige oder baumförmig verästelte Masse eingeschlossen, bei Bacillaria paradoxa und cursoria nur durch den lebendig bewegten Protoplasmaüberzug der Raphe untereinander verklebt.

Sonach hat das Studium der Protoplasmabewegungen wieder zur Aufklärung einer bis dahin vollkommen räthselhaften und dunkeln Erscheinung in der organischen Natur geführt. Die Identität in den Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen mit denen, welche man an den Pseudopodien der Rhizpoden beobachtet, musste erkannt, die Erscheinungen, welche die Aufnahme von Farbstoffen in das freie Protoplasma der Pseudopodien begleiten, mussten studirt werden, ehe die Deutung der Bewegungen der Diatomeen möglich war. Zweifelsohne wird in dieser Richtung noch mancher Aufschluss erfolgen. Ich erinnere hier nur an die den Diatomeen verwandten Desmidiaceen und an die diesen wieder eng verbundenen Oscillatorien. Die kriechenden Bewegungen ersterer sind bekanntlich wenig lebhaft und nur bei gewissen Arten und zu gewissen Jahreszeiten zu beobachten. Ich habe bisher keine günstigen Objecte zur Vergleichung mit dem bei den Diatomeen Beobachteten erhalten können. Bezüglich der Oscillatorien besitzen wir eine Angabe v. Siebold's, welche es sehr wahrscheinlich macht, dass bei diesen Organismen äussere Protoplasmabewegungen eine Rolle spielen. Seine Worte lauten[2]: »Einen sehr interessanten Anblick gewähren nun die Oscillarien, wenn man ihre drehenden Bewegungen in mit Indigo gefärbtem Wasser beobachtet. Es werden

---

1) Barkas (l. c.) erwähnt, dass die von ihm gesammelten lebendigen Colonien von Bac. cursoria alle durch anhängende fremde Körperchen auf der Oberfläche verunreinigt gewesen seien, als wenn ein Schleim dieselben überziehe. Auch das Auf- und Abgleiten fremder Körper an den einzelnen Exemplaren erwähnt Barkas am Schlusse seines Aufsatzes.

2) Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. II p. 285 Anm.

nämlich alle Indigostückchen, welche mit den einzelnen Oscillarien-Fäden in Verbindung kommen, in einer ziemlich engen Spirale an den Fäden entlang bis zu ihrem Ende geschoben, mögen die Fäden sich selbst fortbewegen oder ganz still liegen. Ebenso auffallend war es mir, dass zuweilen diese spiralige schleichende Fortbewegung des Indigos von beiden Seiten eines Fadens nach der Mitte hin Statt fand, wo sich dann der Farbestoff in Ballen anhäufte, oder dass diese Bewegung zuweilen in umgekehrter Richtung von der Mitte eines Fadens nach beiden Enden hin vor sich ging. Es muss ausserdem an den Oscillarien eine reichliche Ausscheidung eines schleimigen Stoffes Statt finden, da die auf einen Haufen zusammengeschobenen Indigopartikelchen längere Zeit aneinander kleben bleiben.« Wie sich Jeder leicht überzeugen kann, kommen gleitende Bewegungen von Indigopartikelchen auf der Oberfläche der Oscillatorien vor, und diese können bei dünnen Arten, wie ich beobachtete, eine bedeutende Schnelligkeit annehmen. Um ruhende dicke Oscillatorien-Fäden sah ich die Farbstoffkörner auch in einer Spirale herumlaufen, doch konnte ich die doppelsinnige Bewegung von den beiden Enden nach der Mitte oder umgekehrt nicht bemerken. Jedenfalls kann es keinem Zweifel unterliegen, dass auf der Oberfläche gewisser Oscillarien eine Bewegung klebriger organischer Substanz statt hat, und dass von dieser Substanz Spuren abgelöst an den durch sie in Bewegung gesetzten Indigotheilchen haften bleiben. Denn ich konnte in reichlich mit Indigo versetztem Wasser den Weg, welchen lebhaft bewegte Oscillarien verfolgt hatten, noch auf grössere Strekken hinter ihnen her verfolgen, insofern alle mit ihnen in directe Berührung gekommenen und eine Zeit lang von ihnen herum getragenen Farbstoffpartikelchen zu einer Art von Röhre zusammengeklebt waren, in welche bei rückläufigen Bewegungen die Fäden öfter wieder hineinkrochen, von der sie freilich später oft auch abwichen. Ganz analog den Bewegungen der B a c i l l a r i a p a r a d o x a ist bei vielen Oscillarien die Neigung s i c h a n e i n a n d e r h i n z u s c h i e b e n, wobei oft die eine vor- die andere rückwärts gleitet und die Schnelligkeit der Bewegung so scheinbar verdoppelt wird. Solche Oscillarien können sich nicht eng genug aneinander schmiegen, offenbar um möglichst viel Berührungsfläche zu gewinnen.

Wollte nun Jemand noch fragen, ob durch die im Vorstehenden gegebene Deutung der Bewegung der Diatomeen eine Entscheidung darüber möglich geworden, ob die genannten Organismen dem

Thierreich oder dem Pflanzenreich unterzuordnen seien, so möchte ich antworten, dass diese Entscheidung überhaupt wohl nicht zu erwarten ist. Wir kennen die Diatomeen jetzt genau genug um zu wissen, dass die Complication ihrer Organisation nicht grösser und nicht geringer als in einer einzigen Zelle ist. Starre Membran. ein Kern im Centrum, Protoplasma, Intracellularflüssigkeit, Farbstoffanhäufungen von characteristischer Gestalt und Oeltropfen, das sind die Bestandtheile des Diatomeen-Organismus. Dieselben characterisiren das Gebilde als eine Zelle, aber etwas characteristisch Thierisches oder Pflanzliches liegt in ihnen nicht. Auch die Entwicklungsgeschichte bietet keinen Anhalt zur Entscheidung weder nach der einen noch nach der andern Richtung. Denn weder die Fortpflanzung durch Theilung noch die durch Thwaites bekannt gewordenen Conjugationen beweisen etwas anderes, als dass wir es mit Vermehrungsarten zu thun haben, wie sie bei einzelligen Organismen auch sonst vorkommen. Ist nun die durch äusserlich aus der Zellmembran hervortretendes Protoplasma vermittelte Bewegung ein Merkmal, welches den Ausschlag nach dem Pflanzen- oder Thierreich zu geben vermöchte? Sicherlich nicht. Würde eine Pflanzenzelle aufhören Pflanzenzelle zu sein, wenn in ihrer Membran Oeffnungen nachgewiesen würden, durch welche das im Innern derselben kriechende Protoplasma wie zu einem Fenster nach Belieben hervorgucke? Und kann es uns im Geringsten auffallen, wenn solches äusserlich hervortretende Protoplasma durch seine Bewegungen dem leicht beweglichen Organismus eine bestimmte Gesammtbewegung ertheilt? Oder wäre die Frage entschieden, wenn beobachtet würde, dass das hervorgetretene Protoplasma, an welchem fremde Körper kleben bleiben, solche einmal mit in sein Haus aufnehme? Das hiesse den Unterschied von einzelligen Pflanzen und einzelligen Thieren in den jeweiligen Durchmesser der Poren in der Zellmembran verlegen.

Es leuchtet ein, auf Grund der bisherigen Beobachtungen werden wir die aufgeworfene Frage nicht entscheiden können. Vielmehr drängt Alles dahin, die Diatomeen zu den Urorganismen zu zählen, welche nicht nach der Scheidung von Thier- und Pflanzenreich fragen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXIII.

Fig. 1. Pleurosigma angulatum lebend aus der Nordsee. Vergr. 500. Das Exemplar zeichnet sich durch schmale Farbstoffbänder aus, welche in der Nähe der Mitte solche schlingenförmige Umbiegungen machen, dass man glauben könnte es seien ihrer vier, während es doch nur zwei Farbstoffbänder sind. In der Mitte der Kern von Protoplasma umgeben. In den schnabelförmigen Enden ebenfalls Protoplasma, welches Körnchenbewegung längs der Raphe bis zu den grossen Oeltropfen hin zeigt.

Fig. 2 Ein gleiches Exemplar mit breiteren Farbstoffbändern, deren Windungen nicht so deutlich zu übersehen sind. Dem umgebenden Wasser war Carmin beigemischt. Die Diatomee kriecht in der Richtung des grossen Pfeiles, die Körnchen a a bewegen sich gleitend auf der Raphe in derselben Richtung vorwärts, wie der kleine Pfeil anzeigt. Am hintern Ende wird ein grösserer Klumpen von Carminkörnchen nachgeschleppt, welcher in keiner sichtbaren Verbindung mit dem Kieselpanzer steht, ihm aber durch eine wahrscheinlich schleimige Masse anklebt.

Fig. 3. Dasselbe Exemplar in Ruhe und von der schmalen Seite gesehen. In der Mitte der Zellenkern und das ihn umhüllende Protoplasma, welches sich nach rechts und links an die beiden Raphe hinzieht. Auch ist das Protoplasma in den schnabelförmigen Enden zu sehen. Der rechten und linken Raphe entlang gleiten Karminkörnchen in der durch die Pfeile bezeichneten Richtung.

Fig. 4. Pleurosigma angulatum nach mehrtägiger Aufbewahrung in verdünnter Ueberosmiumsäure. Die Farbstoffbänder sind aufgewickelt. Kern, Protoplasma und Oeltropfen sind in der Lage geblieben, letztere intensiv blauschwarz gefärbt.

Fig. 5. Pleurosigma balticum aus der Nordsee lebend. Vergr. 380. Die ziemlich grobe Sculptur der Kieselschale ist nicht gezeichnet, um die Weichtheile nicht zu verdecken. In der Mitte wieder der Kern von Protoplasma umhüllt, seitlich zwei Farbstoffbänder. Grössere Oeltropfen sind hier nie vorhanden.

Fig. 6. Dasselbe Exemplar 90° um seine Längsaxe gedreht, so dass die Raphe rechts und links liegen. An diese erstreckt sich eine Fortsetzung des centralen Protoplasma.

Fig. 7. Pleurosigma (Ceratoneis) fasciola lebend aus der Nordsee. In der Mitte wieder ein Kern von Protoplasma umhüllt, seitlich Farbstoffbänder, welche nicht bis in die langen Schnäbel hineinreichen, auf welche sich aber die Raphe forterstreckt. Die Diatomee wurde in der Richtung des grösseren Pfeiles kriechend beobachtet, während gleichzeitig ein grösserer Klumpen Carmin a sich in derselben Richtung auf der Raphe hinbewegt. Vergr. 500.

Fig. 8. Navicula gibberula kriechend, schleppt einen Farbstoffklumpen hinter sich her, welcher das Volum der Diatomee um ein Vielfaches übertrifft. Vergr. 380.

Fig. 9. Nitschia sigmoides. Vergr. 380. In der Mitte ein Kern von Protoplasma umhüllt. Die Raphe sind hier vertreten durch zwei vorspringende Längsleisten, deren jede auf ihrer Firste feine Querstreifen zeigt. Das Exemplar lag in Ruhe. Fremde Körper bewegten sich gleitend längs der Leisten, in dem in der Zeichnung dargestellten Momente rechts und links in entgegengesetzter Richtung.

Ueber die Genese der Samenkörper.

Von

v. la Valette St. George.

Erste Mittheilung.

Hierzu Taf. XXIV.

Wo das Untersuchungsmaterial ein so umfangreiches ist, wie bei dem vorliegenden Thema, kann nur aus dem Zusammenwirken Vieler ein endgültiges Resultat hervorgehen.

Aus diesem Grunde ist es auffallend, dass seit Kölliker's letzter Arbeit [1], in welcher er selbst sagt, dass Keiner im Stande sei, einen Gegenstand je vollkommen zu Ende zu führen, so dass nicht später demselben eine neue Seite abgewonnen werden könnte, der Entwickelung der Samenkörper nicht mehr Interesse zugewendet worden ist.

Wenn auch die Beobachtungsreihe, welche ich hier mittheile, noch sehr unvollständig ist, so mag sie doch der Veröffentlichung werth sein; weitere Arbeiten sollen die Lücken ergänzen.

Zunächst will ich hier die Wirbelthiere in Betracht ziehen, indem ich die Untersuchung der Samenentwickelung bei den Wirbellosen späteren Mittheilungen vorbehalte.

Hodenzellen.

Der Inhalt des Hodens zeigt in jener Abtheilung der Thiere constant zwei Hauptformen von Zellen, von denen die eine bisher

1) Physiologische Studien über die Samenflüssigkeit. Von A. Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. III S. 201.

noch wenig berücksichtigt worden zu sein scheint. Es ist dieselbe leicht zu unterscheiden durch einen ungewöhnlich grossen bald runden, bald abgeplatteten Kern, welcher, meist ziemlich hell, zuweilen leicht granulirt erscheint. Manchmal laufen von der Peripherie desselben Körnchenreihen nach der Mitte zu. In dieser, oder etwas excentrisch, liegt ein unregelmässig geformtes oft längliches scharf contourirtes Kernkörperchen. Sehr häufig sieht man solche Kerne frei liegen oder in einem Protoplasmarest von feinkörniger Beschaffenheit eingebettet. Zuweilen jedoch lässt sich noch eine den Kern und das Protoplasma einschliessende Membran wahrnehmen. Auch sah ich solche Zellen mit zwei und drei Kernen. [S. Taf. XXIV I, 6, 7, 8; III, 1, 2.]

Dass diese Zellen etwas mit der Entwickelung der Samenkörper zu thun haben, glaube ich bestimmt nicht, da ich nie Veränderungen an ihnen bemerkte, welche darauf hingedeutet hätten; vielleicht gehören sie nicht einmal dem Inhalte der Hodenkanälchen, sondern den Wänden derselben oder dem interstitiellen Gewebe an.

Was nun die zweite Hauptform betrifft, so besteht diese aus zwei Arten von Zellen, solchen mit grösseren oder kleinern körnigen Kernen und solchen mit einem oder vielen glatten Kernen. Diese Zellen halte ich für die Entwickelungszellen der Samenkörper und vermuthe, dass die zweite Art durch Theilung und Umwandlung der Kerne aus der ersten hervorgeht. Beider Arten von Zellen gedenkt Henle [1]), äussert sich jedoch nicht bestimmt über die Bedeutung der ersten aus einem Grunde, der gewiss sehr gerechtfertigt ist, demselben Umstande, der überhaupt die Untersuchung der Samenentwickelung wenigstens für die höheren Thiere sehr erschwert, dass nämlich die Formen nicht in bestimmter räumlicher Folge auftreten.

Ein Hauptgrund für die Annahme, dass die Zellen mit grossen körnigen Kernen Jugendzustände der glattkernigen sind, liegt für mich in der oft beobachteten äusserst lebhaften Vermehrung derselben. Sie findet in doppelter Weise Statt: Es theilt sich der Kern und mit ihm das Protoplasma, sodass aus einer Zelle zwei getrennte Zellen entstehen. Diese ist die gewöhnlichste Art der Vermehrung. Doch kann auch die durch Theilung entstandene zweite Zelle an der ersten haften bleiben, sich wieder theilen und auf diese Weise eine Zellenkette entstehen, ganz ähnlich den Eiketten, wie

1) Handbuch der systematischen Anatomie Bd. II Lief. II S. 355.

sie neuerdings Pflüger beschrieben hat[1]). Schreitet die Vermehrung nicht nach einer bestimmten Richtung fort, so entsteht ein unter sich zusammenhängender Zellenhaufen. Als Endresultat der Vermehrung betrachte ich die ein- und mehrkernigen Zellen, deren Kerne entweder ganz hell sind oder ein kleines Kernkörperchen enthalten.

Von besonderem Interesse war es mir, die Verbreitung einer früher von mir an den Hodenzellen beobachteten und im ersten Hefte dieses Archives bekannt gemachten Erscheinung zu verfolgen, ich meine die amöboide Bewegung derselben.

Bei der ersten Hauptform der Zellen des Hodeninhaltes wurde dieselbe niemals wahrgenommen, jedoch bei beiden Arten der zweiten, ein Umstand, der das Zusammengehören der letzteren noch wahrscheinlicher macht. Ausser bei den in der erwähnten Abhandlung aufgezählten Thieren traf ich amöboide Hodenzellen bei Fringilla montana, caelebs, carduelis, Cuculus canorus, Anas Boschas, Hyla arborea, Bufo cinereus, Bombinatos igneus, Carassius Gibelio und Acridium caerulescens. Eine ganz besondere Art amöboider Zellen, ausgezeichnet durch ihre kolossale Grösse, fand ich in dem Theile des Hodens von Salamandra maculata, der keinen Samen produzirt und heller und etwas durchscheinend ist. Ich glaube kaum, dass es ein geeigneteres Object giebt, die Bewegnngen des Protoplasma zu studiren, als diese Zellen. Eine solche mit drei fast runden hellen Kernen[2]) mass in der Länge 0,036 Mm., in der grössten Breite 0,028 Mm., die Kerne hatten 0,012 Mm. im Durchmesser. Eine einkernige[3]) war 0,022 Mm. gross, ihr Kern 0,019 Mm., dessen Kernkörperchen 0,001. In dem durchsichtigen Protoplasma waren kleine Körnchen und mehrere Tröpfchen von gelber Farbe, 0,003 Mm. gross, eingelagert.

In Jodserum zeigten diese Zellen eine äusserst lebhafte Bewegung, nach Wasserzusatz wurden die Kerne undurchsichtig und körnig, das Kernkörperchen blieb nicht mehr sichtbar. Der feinkörnige Inhalt sowohl wie die gelben Tröpfchen geriethen in heftige Molekularbewegung. Die ganze Zelle selbst quoll auf, bis sie endlich platzte.

---

1) Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen, Leipz. 1863.

2) S. Taf. XXIV Fig. VIII, 1.

3) S. Fig. VIII, 2, 3.

Entwickelung der Samenkörper.

Ich glaube nicht, dass wenigstens für die von mir untersuchten Wirbelthiere noch ein Zweifel bleiben kann, ob die in den Zellen eingeschlossenen Bläschen Kerne oder Zellen seien, und halte mit Kölliker eine ausführliche Discussion über diesen Punkt für überflüssig.

Wie bekannt, hatte Kölliker früher zu der Annahme Veranlassung gegeben, dass die Samenkörper sich innerhalb der Kerne der Samenzellen entwickelten [1]). Eine erneute Untersuchung dieses Gegenstandes [2]) überzeugte ihn jedoch, dass die Samenkörper nicht endogen in den Kernen, sondern durch eine direkte Metamorphose der ganzen Kerne sich bilden, und dass, wo die Samenfäden innerhalb von Bläschen liegen, diese nichts anderes als die zu diesen Kernen gehörigen Zellen oder Cysten sind.

Ueber die Entwickelung der Samenkörper bei dem Frosche, dem Sperling, der Taube und dem Meerschweinchen macht Liégeois [3]) einige Angaben.

Beim Frosche sollen zur Zeit der Begattung die Samenkörper aus Körnern hervorgehen, welche in den Samenzellen, die keine mehrfachen Kerne zeigen, enthalten seien; nach der Begattung aus dem Kerne meist einkerniger Zellen.

Bei dem Meerschweinchen lässt jener Beobachter die Samenkörper aus dem Kerne, bei den Sperlingen aus den Granulationen der Zellen und bei der Taube aus dem Kerne und den diesen umgebenden Körnern entstehen.

Henle [4]), soviel mir bekannt, der einzige, welcher sich nachher über dieses Thema ausgesprochen hat, nimmt mit Kölliker an, dass die Körper der Spermatozoiden metamorphosirte Kerne seien; nur in Betreff der Bildung der Fäden weichen seine Beobachtungen von denen Kölliker's ab.

---

1) Die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Entwicklungsgesetz. Zürich 1847.

2) Physiologische Studien über die Samenflüssigkeit. Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie Bd. VII. 1856.

3) Gazette médicale 1861 p. 640.

4) Handbuch der Anatomie des Menschen von Dr. J. Henle. Braunschweig 1854 Bd. IX Lief. II S. 356.

Meine Untersuchungen haben mich nun dahin geführt, dass ich für die Wirbelthiere die Angaben Kölliker's in der Hauptsache durchaus bestätigen muss und mit ihm und Henle die Körper oder Köpfe der Samenelemente für umgewandelte Kerne halte.

Ich will nun zunächst versuchen die Entwickelung der Samenkörper von einem Objecte zu schildern, welches sich in hohem Grade zu diesem Zwecke eignen möchte. Ich meine das Meerschweinchen, dessen Samenkörper, schon durch ihre bedeutende Grösse ausgezeichnet, eine so charakteristische Form des Kopfes besitzen, dass ihre Bildung ohne grosse Schwierigkeit zu verfolgen ist.

Als Ausgangspunkte dieser Samenkörper nehme ich die schon geschilderten kleineren oder grösseren ein- und mehrkernigen Zellen mit grossem körnigen Kerne an. Diese Zellen bilden durch ihre starke Vermehrung gewisser Massen die Brutstätte der zweiten Form, derjenigen Zellen, welche einen hellen Kern enthalten, der meist mit einem mehr oder weniger rundlichen concentrisch gelegenen Kernkörperchen versehen ist. Einen vollgültigen Beweis, dass diese zweite Zellenform aus jener hervorgeht, kann ich übrigens nicht beibringen. Dagegen ist es nicht schwer nachzuweisen, dass die Kerne derselben zu den Köpfen der Samenfäden werden. Sie kommen bald zu einem oder zweien in einer Zelle vor, bald werden sie zu mehreren bis 30 und vielleicht noch mehr gesehen. Die erste Andeutung ihrer Umwandlung ist die, dass an einer Seite des Randes eine Verdickung auftritt, nachdem der Kern zuerst an dieser Stelle, dann im ganzen Umfange einen dunklern Contour angenommen hat. Indem diese Verdickung, welche anfänglich die Gestalt eines Knöpfchens hatte, zunimmt, erhält sie die Form der Platte eines Siegelringes, zu welchem der Contour des Kernes den Reif bildet. Der Kernkern ist um diese Zeit gewöhnlich noch zu sehen und liefert das beste Beweismittel für das Hervorgehen beider Formen auseinander. Darauf beginnt der Kern sich nach einer Dimension zu verlängern, wird einem Holzschuh ähnlich und treibt häufig die Zellenwand an einer Seite hervor, während der übrige Theil der Zelle sackförmig anhängt. Um diese Zeit ist der Kernkern verschwunden. Dann erbreitert sich der zum Kopfe des Samenfadens gewordene Kern und zeigt die Gestalt einer ovalen an den Seitenrändern und noch mehr am obern Rande umgeschlagenen Scheibe. Ausser dem Kerne enthält die Zelle noch ein homogenes Protoplasma, in welches kleine Körnchen eingebettet sind. Ich glaube, dass diesem Zelleninhalte eine

grössere Bedeutung zugeschrieben werden muss, als es bisher geschah und zwar für die Bildung des Fadens, von welcher jetzt die Rede sein soll.

Kölliker lässt den Faden durch Hervorsprossen aus dem hinteren Theile des Kernes auf Kosten desselben entstehen und zwar zu einer Zeit, wo der Kern schon seine ursprüngliche Form verloren hatte, und bildet solche Kerne mit stummelförmigen Schwänzen ab [1]). Henle dagegen will solche Körper mit kurzen Schwänzen nicht gesehen haben und setzt voraus, dass zum Behuf der Bildung des Schwanzes der dauernde Zusammenhang des Körpers mit der Zelle unerlässlich sei [2]).

Letztere Ansicht halte ich für richtig, da ich glaube, dass das Protoplasma der Zelle den grössten Antheil an der Bildung des Fadens hat; indess mag Kölliker's Abbildung immerhin der Natur getreu sein, da an jenen Objecten der Zellenrest durch irgend einen Umstand entfernt gewesen sein kann.

Sehr auffallend war mir die Erscheinung mehrfach Zellen zu sehen, welche an einer Seite einen mehr oder weniger langen Faden heraustreten liessen, während ihr Kern noch keine Veränderung zeigte. Die Zellenwand wurde dadurch von der betreffenden Stelle zipfelförmig hervorgetrieben; eine Verbindung des Kernes mit dem Faden vermochte ich nicht zu erkennen.

Mag letzteres immerhin schwierig und nicht beweisend sein, auffallend wäre es, wenn der Kern vor seiner Metamorphose in den Kopf des Samenkörpers schon das Vermögen hätte den Faden auszutreiben.

Bekanntlich sieht man an den meisten Samenkörpern des Hodens und Nebenhodens einen kleinen sackförmigen Anhang, der, verschieden in seiner Ausehnung, bald höher bald tiefer am Faden festsitzt. Es scheint dieser Anhang aus einer durchsichtigen Masse zu bestehen, in der kleine Körnchen eingebettet sind. Mit Kölliker sehe ich diese Gebilde als Reste der Mutterzellen an; ihre Bestimmung wird die sein, für das Auswachsen der Fäden das nöthige Material herzugeben.

Henle giebt an, niemals aufgerollte Fäden im Innern von Zellen beobachtet zu haben. Ich glaube jedoch die Angabe Kölli-

1) A. a. O. S. 266 Taf. XIII 1. 7, 8.
2) A. a. O. S. 356.

ker's bestätigen zu können, sowohl durch directe Beobachtung als auch indirect, da ich mehrmals ein- und vielkernige Zellen sah, deren Kerne schon in den Kopf des Samenfadens umgewandelt waren, ohne dass ich bei sorgfältigem Umherrollen der Zellen aus derselben hervortretende Fäden wahrnehmen konnte. Indess kommt nicht viel auf diesen Punkt an, da es ja nur von der Dichtigkeit der äusseren Protoplasmaschicht abhängen wird, ob sie den Faden austreten lässt oder zurückhält.

Aus der Klasse der Säugethiere untersuchte ich noch die Samenentwickelung beim Rinde, Schafe und Hunde und kam bei diesen Thieren zu denselben Resultaten, welche einzeln anzuführen ich für überflüssig halte. Die Zeichnungen I—III werden nach obiger Darstellung leicht verständlich sein.

Von Vögeln dienten mir Sperling, Buchfink, Distelfink und Taube als Objecte für die Beobachtung. Einen Theil der gewonnenen Bilder habe ich auf Fig. IV—VI wiedergegeben. Von den Finken fand ich den Buchfinken am geeignetesten zur Untersuchung. Ein- und mehrkernige Zellen mit hellen ein Kernkörperchen tragenden Kernen halte ich für diejenigen, aus denen sich Samenkörper entwickeln. Diese Zellen selbst scheinen aus solchen hervorzugehen, welche mit körnigen Kernen versehen sind. Bei den vielkernigen Zellen treten in einem gewissen Stadium stark lichtbrechende Körnchen auf, welche die Kerne verdecken. Dieser Vorgang geht der Bildung der Samenfäden unmittelbar vorher. Eine directe Metamorphose des Kernes in den Kopf des Samenkörpers konnte ich nicht beobachten, halte sie aber für durchaus wahrscheinlich.

Auch bei der Taube gelang es mir nicht über diese Umwandlung der Kerne so überzeugende Bilder zu erhalten, wie sie Kölliker auf Fig. 4, 2—3 liefert, zweifle jedoch durchaus nicht an der Richtigkeit seiner Darstellung. Nur muss ich bemerken, dass ich auch hier nicht an ein Hervorsprossen und Wachsen des Fadens ohne Betheiligung des Zelleninhalts glauben kann, vielmehr finde ich den Zellenrest, welcher anfangs noch am Körper festsass, dem Faden anhaftend, bis zu dessen gänzlicher Entwickelung.

Noch in der Zelle liegende Samenkörper kamen häufig zur Anschauung.

Von Amphibien fand ich Hyla arborea und Rana esculenta besonders zur Untersuchung geeignet. Letztere ist der grössern Dicke der Samenkörper wegen der Rana temporaria vorzuziehen. Die

Hoden der Tritonen strotzten in jeder Zeit, wo ich sie ansah, von reifen Samenkörpern, so dass meine Hoffnung, die Entwickelung der bei diesen Thieren so interessanten Samenelemente studiren zu können, getäuscht wurde.

Zerzupft man ein Hodenstückchen des Laubfrosches unter Amnioswasser, so sieht man neben grösseren oder kleineren mit einem oder zwei Kernkörperchen versehenen freien Kernen, ähnlich dem in Fig. I 6 dargestellten, körnige Zellen mit dunklem Kern. Diese Zellen zeigen eine sehr lebhafte Protoplasmabewegung. Unter ihnen gewahrt man hellere Zellen mit einem oder mehreren, oft vielen hellen Kernen, deren jeder ein rundes Kernkörperchen trägt. Eine dritte Zellenform, der vorigen an Grösse durchaus ähnlich, unterscheidet sich nur dadurch, dass die Kerne homogen und stark lichtbrechend geworden sind; ein Kernkörperchen besitzen sie nicht. Ist es nicht im höchsten Grade wahrscheinlich, dass diese Kerne aus dem vorhin erwähnten hervorgegangen sind? Eine weitere Veränderung derselben besteht darin, dass manche derselben ringförmig, andere stab-, keulen- oder spindelförmig werden — offenbar Umwandlungsstadien zu den Köpfen der Samenkörper. Der Zellenrest bleibt auch hier noch einige Zeit dem Samenkörper ansitzend.

Auch bei Rana esculenta gelang es mir überzeugende Bilder zu erhalten, auch hier glaube ich mit Bestimmtheit die Metamorphose des Kernes in den stabförmigen Kopf des Samenkörpers beobachtet zu haben, sowohl in ein- als mehrkernigen Zellen.

Höchst eigenthümlich ist die von Remak[1]) zuerst beschriebene und bei unseren Fröschen leicht zu beobachtende Erscheinung, dass die Zellen, worin sich viele Samenkörper entwickeln, neben einem Bündel derselben meist noch einen Kern enthalten, der also unter seinen Genossen unverändert zurückgeblieben ist. Bei Wirbellosen kommen ganz ähnliche und, wie ich später zeigen werde, viel sonderbarere Verhältnisse vor.

Aus der Klasse der Fische, deren meist sehr kleine Samenkörper das Studium ihrer Entwickelung sehr erschweren, untersuchte ich den Gibel. Auch hier bin ich zu denselben Resultaten gekommen, wie bei den übrigen Wirbelthieren und habe fast dasselbe gesehen, was Kölliker vom Karpfen abbildet, so dass ich auch hier wieder die Angabe meines verehrten Lehrers bestätigen kann.

---

1) Müller's Archiv 1854 p. 253.

Zunächst fand ich grosse freie Kerne mit rundlichen Kernkörperchen ganz ähnlich denen, welche ich von anderen Wirbelthieren beschrieben habe, dann traf ich Zellen von verschiedener Grösse an mit einem oder mehreren dunklen Kernen. Diese Zellen zeigten amöboide Bewegungen. Daneben wurden Zellen mit hellerem Kerne beobachtet. Diese Form geht, wie ich bestimmt glaube, über in solche Zellen, welche einen oder mehrere homogene stark lichtbrechende Kerne zeigen, in nichts zu unterscheiden von den Köpfen der Samenkörper. Ueber die Bildung der Fäden liess sich hier der grossen Zartheit des Objectes wegen keine klare Einsicht gewinnen. Das noch will ich bemerken, dass ich den Rest der Zelle als kleines Knötchen wiederfand, dicht unter dem Kopfe des Samenkörpers oder etwas weiter von demselben entfernt. Bei ganz ausgebildeten Samenkörpern war es verschwunden.

Zum Schlusse muss ich noch einer in jüngster Zeit erschienenen Arbeit gedenken, welche zwar nicht direct mit meinem Thema in Verbindung steht, jedoch so viel des Interessanten enthält, dass ich mir wohl eine kurze Besprechung derselben erlauben darf; ich meine die Beobachtungen Grohe's über die Bewegung der Samenkörper [1]). Es lag nahe, dass ich diesem Gegenstande einige Aufmerksamkeit schenken musste und mag der Austausch der Meinungen über diese viel ventilirte jedoch keineswegs leicht zu entscheidende Frage immerhin zur Erkenntniss der Wahrheit förderlich sein.

Grohe giebt an, dass die Köpfe der Samenkörper des Menschen sowie einer Anzahl von Säugethieren neben den durch die Bewegung des ganzen Samenkörpers bedingten noch besondere Bewegungen und Formveränderungen erkennen liessen.

Ich habe mir die grösste Mühe gegeben diese Beobachtung zu bestätigen, allein es war mir nicht möglich selbstständige Gestaltveränderungen an den Köpfen der Samenkörper wahrzunehmen, weder beim Menschen noch beim Meerschweinchen und anderen Säugern. Dass die Köpfe oft unregelmässig gestaltet sind, gebe ich gerne zu, aber niemals sah ich während der Bewegung aus einer Form die andere entstehen. Bei sehr vielen Thieren, z. B. dem Meerschweinchen, Hunde, Wendehals, den Fröschen, Crustaceen etc. sieht man Veränderungen an dem Kopfe der Samenkörper, wenn sie in die Unter-

1) Ueber die Bewegung der Samenkörper von Prof. F. Grohe in Greifswald. Virchow's Archiv Bd. XXXII.

suchungsmedien gebracht werden, oder Verschiedenheiten in der Form, aber niemals sah ich das Unregelmässige zum Regelmässigen werden oder das Regelmässige zum Abweichenden während der Bewegung des Samenkörpers — kurz ich schreibe den Köpfen keine selbständige Bewegung zu.

Grohe gedenkt der Samenkörper des braunen Grasfrosches, als deren Entwickelungsstadien er stab- und walzenförmige Körper ohne Fortsatz und mit der Anlage eines Fortsatzes beschreibt. Diese Körper boten nach Wasserzusatz sehr lebhafte Bewegungen und Formveränderungen dar. Sollte nicht hier, wie das ja wohl stattfinden kann, eine zufällige Verwechselung mit Rana esculenta möglich sein? Der Beschreibung und Abbildung nach beziehen sich die Samenkörper auf diesen Frosch. Rana temporaria besitzt Samenkörper mit sehr langgestrecktem Kopfe, der fast unmerklich in den Faden übergeht. Manchmal sah ich Köpfe von Samenkörpern der Rana esculenta sichel- oder kreisförmig gekrümmt, niemals aber konnte ich wahrnehmen, dass diese Form bei der Bewegung eine andere wurde. Was sich übrigens von solchen Köpfen bewegte, trug einen, wenngleich schwierig, doch bestimmt erkennbaren Faden, der die Bewegung vermittelte.

Wenn sich auch in den Köpfen der Samenkörper vielleicht Membran und Inhalt unterscheiden lässt, wie dieses ja aus der Entwickelung derselben leicht erklärlich ist, so kann ich doch darin meinem Freunde nicht beistimmen, dass denselben für die Bewegung dieser Formelemente eine grosse Rolle zugedacht sei, obgleich ich ihnen die Fähigkeit sich unter Umständen zu contrahiren nicht absprechen will.

Das Treibende für die Samenkörper der Wirbelthiere ist der Faden, dessen Baumaterial von dem, wie ich nachgewiesen habe, in hohem Grade contractilen Protoplasma der Samenzellen geliefert wird.

Eine allgemeine Besprechung der gefundenen Thatsachen muss ich mir für den Schluss meiner Beobachtungen vorbehalten, will jedoch schon hier daran erinnern, dass bereits Pflüger (l. c. S. 99) die Samenkörper für kleine Flimmerzellen erklärt hat.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXIV.

I. Aus dem Hoden des Stieres:
1. Mehrkernige Zelle, Kerne granulirt.
2. Aehnliche Zelle mit glatten ein Kernkörperchen führenden Kernen.
3. Die Kerne sind hell, an einer Seite scharf contourirt.
4. Kerne mit einem aufgerollten Samenfaden noch in der Zelle liegend.
5. Zelle mit durchbrechendem Kopfe und anhängendem Faden.
6. Grosser Kern, Kernkörperchen und Protoplasmarest.
7. Zelle mit zwei solchen Kernen.
8. Aehnliche Zelle mit drei Kernen.

II. Aus dem Hoden des Schafes:
1. Zelle mit granulirtem Kerne.
2. Mehrkernige Zelle.
3. Zelle mit Kopf und durchgebrochenem Faden.
4. Aehnliche Zelle von der Seite.
5. Samenzelle mit anhängendem Faden.
6. Zelle mit hervorgebrochenem Kopfe und Faden.
7. Fast entwickelter Samenkörper mit anhängendem Zellenreste.
8. Zelle mit zwei Kernen, welche sich in Köpfe von Samenkörpern umgewandelt haben.

III. Aus dem Hoden des Hundes:
1. Grosskernige Zelle. Der Kern trägt zwei Kernkörperchen.
2. Aehnliche Zelle mit einem Kernkörperchen.
3. Zellen mit granulirtem Kerne.
4. Ein- und mehrkernige Zellen mit helleren Kernen.
5. Zelle mit Kopf und hervorbrechendem Faden.
6. Samenkörper in der Entwicklung mit anhängenden Zellenresten.

IV. Aus dem Hoden des Haussperlings:
1. Mehrkernige Zelle.
2, 3, 4, 5. Entwicklung der Samenkörper.
6. Zelle mit zwei granulirten Kernen.

V. Aus dem Hoden des Buchfinken:
1. Zelle mit einem hellen ein Kernkörperchen zeigenden Kern.
2. Aehnliche mehrkernige Zelle.
3, 4, 5. Solche in Entwickelung ihrer Kerne zu Samenkörpern.
6, 7. Zellen, welche sich durch Theilung der Kerne und Abschnürung vermehren.

VI. Aus dem Hoden des Distelfinken:

1. Zellenkette.
2. Zelle mit granulirtem Kerne in Bewegung.
3. Mehrkernige Zelle.
4. Zelle mit glattem Kerne.
5. Zelle mit entwickeltem Samenkörper.

VII. Aus dem Hoden des Laubfrosches:

1. Zelle mit granulirtem Kerne.
2. Solche mit doppeltem Kerne, wie es scheint, in der Theilung begriffen.
3. Zelle mit glatten länglichen Kernen.
4. Solche, deren Kern in ihrer Mitte vertieft erscheint.

VIII. Aus dem Hoden vom Erdsalamander:

1. Mehrkernige sehr grosse Zelle mit gelben Tropfen im Protoplasma, sich lebhaft bewegend.
2. Aehnliche einkernige Zelle.

Experimentelle Studien über die fettige Entartung des Muskelgewebes.

Von

Alexander Stuart

aus Petersburg.

Hierzu Taf. XXV.

Wie bekannt gehört die Muskelentartung nicht zu den acuten Krankheiten, deren erste Entwicklung im Organismus durch heftige Rückwirkungen auf andere Organsysteme begleitet wäre; — daher wird sie durch klinische Untersuchung nur in ihren vorgerückten Stadien nachgewiesen, was zur Folge hat, dass die Entartung hauptsächlich in ihren entwickelteren. späteren Formen untersucht wird, wie in den seltenen Fällen, wo sie die Ursache des Todes abgiebt, so z. B. in den bekannten Meryan'schen Fällen, oder in dem Falle, wo ein Individuum mit noch am Leben klinisch nachgewiesener Entartung, durch diese und andere Störungen zu Grunde ging; oder wo, was am häufigsten geschieht, das makroskopische Aussehen der Muskeln einer secirten Leiche, die Veranlassung zu der mikroskopischen Untersuchung giebt. In allen diesen Fällen hat es der Forscher nur mit der schon ausgeprägten entwickelten Krankheit zu thun; die ersten Stadien der Entartung sind so schwierig zu verfolgen, die neugebildeten Elemente so den normalen ähnlich, dass er sie allenfalls nur als Leichenerscheinungen deuten würde, wenn er sie überhaupt wahrnähme, und sich eher an die sicherere, mehr ausgeprägte Erscheinung halten würde, die schon den späteren Stadien angehört und in der Weise bleiben ihm die ersten Entwicklungs-

stufen verborgen, und werden ihm möglicherweise verborgen bleiben, wollte er auch, mit dem speciellen Zwecke den krankhaften Vorgang von Anfang an zu verfolgen, die verschiedenen ihm zu Gebote stehenden Leichen darauf untersuchen, denn obgleich er die letzten Stadien des Vorganges auch kennt, darf er doch nicht alle möglichen von ihm beobachteten Veränderungen als Glieder oder Abstufungen der Entwickelung des ihm schon früher bekannten Zustandes auffassen.

Wenn für andere Gewebe und Organe diese Schwierigkeiten besiegbare sind, so bietet die Aehnlichkeit der veränderten Elemente des Muskelgewebes mit den normalen solche Schwierigkeiten bei der Untersuchung, dass die genaue Verfolgung des Entwickelungsganges des besagten Prozesses auf rein anatomischem Wege fast unmöglich ist, selbst bei der grössten darauf verwendeten Mühe und Zeit, während auf dem experimentellen Wege es sehr leicht gelingt durch Parallelversuche zum Ziele zu kommen, was dadurch noch besonderen Werth erlangt, dass eine künstliche Hervorbringung der Krankheit bei Thieren sehr leicht gelingt. Alle diese Umstände haben mich bewogen, als ich bei Gelegenheit vergleichend-histologischer Studien über die normalen Muskeln und über die anderen contractilen Gewebe, die mich seit einiger Zeit beschäftigen, meine Aufmerksamkeit den pathologischen Vorgängen in den Muskeln zuwendete, zu der experimentellen Methode überzugehen.

Die klinischen Erfahrungen zeigten gewissermaassen den Weg an, den man einhalten solle, um bei Thieren künstliche Zustände hervorzurufen, welche denen ähnlich wären die die vorher beobachteten Entartungserscheinungen in den Muskeln des Menschen bedingen. Die Mehrzahl der Autoren stimmt darin überein, dass die Muskelentartung mit einer andauernden Entzündung hervortritt, ich musste daher bei meinen Versuchen mir zur Aufgabe stellen eine solche hervorzubringen. Mechanische Verletzungen und Reize der Muskeln, Betupfung mit Säuren, Zinkpaste, Aetzkali und dergleichen hatten zu schwache oder langsame Wirkung, oder aber griffen die Gewebe zu stark an; ausserdem hatten sie alle die üble Folge, dass der Reiz nicht auf einer Stelle concentrirt blieb, sondern die unmittelbar zerstörende Wirkung des Reizmittels verbreitete sich ringsumher, z. B. bei Anwendung von Flüssigkeiten, was eine scharfe Localisirung des Reizes unmöglich machte. Ich zog daher die Aetzung mit Argentum nitricum vor, ein Verfahren, das mir ein Mittel in die Hand gab, die Lage, Stärke und Ausdehnung des Reizes je nach

Bedürfniss ändern zu können. Die Versuche wurden an verschiedenen Thieren ausgeführt: an Kaninchen, Ratten, Tritonen, Fröschen, Krebsen, Käfern u. s. w. Bei den ersteren war die Resorption der entarteten Bestandtheile sehr lebhaft, was mich nöthigte, starke und wiederholte Reize anzuwenden; bei Krebsen und Käfern wurden nur die ersten Stadien der Degeneration erzielt, ausserdem starben die Thiere bald. Ratten und Tritonen boten weniger Bequemlichkeit wegen ihrer Aufbewahrung, die letzteren auch wegen der Kleinheit ihrer Muskeln; am besten bewährte sich der Frosch, an dem auch der grösste Theil der Versuche angestellt wurde; die unten mitzutheilenden Resultate beziehen sich aber auch auf die drei erstgenannten Thierarten, die ganz dieselben Erscheinungen darboten. Die Aetzung wurde nach der Durchschneidung der Haut ganz oberflächlich und kurz andauernd ausgeführt, damit eine Muskelschicht von nicht mehr als $1/2$ Quadratcentimeter Breite und 1 mm. Tiefe direkt der Wirkung des Aetzmittels ausgesetzt sei. Wegen der Dünnheit der Fascie war bei diesen Thieren das Einschneiden des Muskels unnöthig, besonders da eine Aetzung, die tiefer in den Muskel eingreift, zu nahe an den Nervenstamm reicht, was immer gefährliche Folgen nach sich zieht. Deswegen wurden die Muskeln des Oberschenkels, als die dicksten, gewählt; andererseits macht ihre grössere Entfernung von den edlen Organen und grossen Nervencentren die Aetzung minder gefährlich, so das auf diese Weise geätzte Frösche, besonders die wenig reizbaren Winterfrösche, monatelang erhalten blieben, was mir auch gestattete durch wiederholte Ausschneidungen den Fortgang des krankhaften Prozesses in einem und demselben Muskel vollkommen zu verfolgen.

Obgleich die Literatur über unseren Gegenstand sehr reich ist, so sind dadurch, dass viele Autoren sich nicht deutlich darüber ausgesprochen haben, welcher Ansicht über die Structur der Muskeln sie huldigen, viele an sich ganz richtige Beobachtungen nicht in ihrem vollen Maasse zu verwerthen; denn, wenn wir aus diesen erfahren, wie der veränderte Muskel beschaffen ist, so wissen wir doch nicht, aus welchen Elementen des normalen Gewebes die verschiedenen Elemente des pathologischen hervorgegangen sind. — Ich will hier nur kurz erwähnen, dass ich der Ansicht bin, dass die Fibrille die letzte (das heisst, soweit als unsere Analyse bis jetzt ausreicht), physiologische Einheit des Muskels ist, was für die verschiedenen Thierklassen zu beweisen ich anderwärts versuchen werde. Als

Typus der Fibrille muss ich perlschnurartig aneinandergereihte Reihen von Fleischtheilchen (sarcous elements Bowman's) von verschiedener Form, rund, oval, parallelepipedon ähnlich, mit abgerundeten Ecken (bei Arthropoden) u. s. w. annehmen, von denen jede Reihe in Protoplasmamasse eingehüllt ist, die die eigentliche contractile Substanz des Muskels abgiebt.[1]) (Fig. 1.)

Was die pathologischen Veränderungen selbst betrifft, so müssen wir bei der von uns vorgenommenen Aetzung mit Arg. nitricum zwei Arten unterscheiden, das heisst die, welche durch die rein chemische Wirkung dieses Aetzmittels auf die Muskelsubstanz bedingt sind,

---

1) In der Zeitschrift für wiss. Zoologie XV. Bd. Taf. VII Fig. 11 c. gab ich eine halb schematische Darstellung der Fibrille einer Aplysialarve. Die Existenz einer lichten, die Fleischtheilchen auch seitlich umgebenden Substanz gehört zu den schwierigsten micographischen Aufgaben, indem ihr schwacher Brechungscoefficient in Verbindung mit ihrem geringen Durchmesser diesen Nachweis nur durch ausserordentlich penetrirende, dabei aber gut definirende Linsen gestattet, Eigenschaften, die nur in den wenigsten Linsen vereinigt sich finden. Carpenter The microscope, pag. 730, Fig. 376 giebt ein mit starken englischen Linsen gewonnenes Bild einer Säugethierfibrille, in welchem diese seitliche Contour mit aller Bestimmtheit angegeben ist, aber durch übertriebene cellulare Ansichten verleitet, nimmt er an, dass jedes Fleischtheilchen mit der ihn allerseits umgebenden lichten Substanz eine Zelle sei, wobei diese seitliche, nebst einer medianen die Fleischtheilchen von einander trennenden Contour, die Contour der Zellenmembran sei, was keineswegs der Fall ist, da die seitliche Contour eine ebene, durch die ganze Länge der Fibrille ununterbrochen fortlaufende ist, die auch gar nicht seitlich von der Berührungsfläche der beiden Fleischtheilchen bis zu ihrer Begegnung mit den seitlichen Contouren verfolgt werden kann, was im Carpenter'schen Sinne jedenfalls der Fall sein sollte. Ein sehr geeignetes Object bildet das bekannte, von Powell u. Lealand gelieferte Schweinmuskelpräparat, an welchem, als ich noch für keine der concurrirenden Ansichten mich entscheiden konnte, Prof. Schiff in Florenz mir auf eine höchst sinnreiche Weise mit Hülfe des an ihn übrgangenen Arbeitsmikroskops von Amici, den strengen optischen Beweis lieferte für die wirkiiche Existenz dieser seitlichen Contour, somit auch der die Fleischtheilchenreihe umgebenden hellen Substanz, nebst einigen interessanten, leider bis jetzt noch nicht publicirten Einzelnheiten über die Fleischtheilchen einiger Säugethiere. Ich kann diese Verhältnisse mit geübtem Auge, mit meinem Immersionssysteme Nro. 10 von Hartnack, oder mit der Linse F von Zeiss, schon deutlich erkennen, viel schärfer aber mit einer an Stärke zwischen Nro. 9 und 10 stehenden Oelimmersionslinse von Amici, die durch die Gefälligkeit von Prof. Schiff nebst anderen schwächeren, mir aus dem Nachlasse von Amici zugekommen ist, und die zu den besten gehört, die er geliefert hat und zwischen seinen eigenen Arbeitslinsen stand.

und die welche das Produkt der durch die Entzündung hervorgerufenen pathologisch-physiologischen Thätigkeit sind.

Nach vollzogener Aetzung nimmt eine je nach dem Grade der Aetzung mehr oder minder dicke Schicht der Muskelsubstanz (bei unseren Versuchen gewöhnlich $^1/_2$—1 Mm.) eine diaphane weisse Farbe an, wie es auch andere eiweisshaltige Gewebe bei solcher Aetzung thun. Bei näherer Untersuchung ergiebt sich, dass das Muskelgewebe in hohem Grade verändert ist. Nicht nur jede regelmässige, die Querstreifung bedingende Anordnung der Fleischtheilchen wird vermisst, sondern die Muskelfaser bildet einen Schlauch, der mit einer feinkörnigen, theilweise feinfaserigen Detritusmasse von blasser milchweisser Farbe, die nur als ein Coagulationsprodukt der Muskelsubstanz zu betrachten ist, ausgefüllt erscheint (Fig. 2). Das chemische Verhalten ist das der coagulirten Albuminate: Unlöslichkeit in Wasser, Alkohol, Aether, Essig- und Salzsäure und nicht zu starken Aetzkalilösungen. In der gesunden Faser sieht man, dass einzelne Fibrillenbündel sich enger aneinanderschliessen als an den übrigen, was eine Art Spaltung der Faser in eine Anzahl Fibrillenbündel bedingt; diese Spaltung wird in dem in Detritus zerfallenen Muskel, durch Scheidung der Detritusmasse, in gewisse Längsabtheilungen noch erhalten, wobei die Detritusmasse wie langfaserig erscheint, was darauf hinzuweisen scheint, dass diese Längsabtheilungen von einander durch irgend welche Binde- oder Scheidemittel getrennt sind, über deren Natur wegen ihrer allzugeringen räumlichen Ausdehnung natürlich sich nur Vermuthungen anstellen lassen, auf welche wir uns aber nicht einlassen wollen. Diese Längstheilungen sind sehr blass und lassen sich nur an einzelnen Stellen verfolgen; man kann sie in den veränderten Fasern nur in den noch ganz glatt gebliebenen verfolgen, mit der Wulstbildung wird die ganze Masse stark gepresst und die Scheidung hört auf.

Das Sarcolemma nimmt an Festigkeit ein wenig ab; die darin enthaltene Masse ist anfänglich sehr weich, und kann daher in diesem Zustande verschiedene, den äusseren Umständen entsprechende Formen annehmen, in welchen sie bald durch Festwerden fixirt wird; durch die durch Aetzung hervorgerufenen lebhaften Contractionen der unterliegenden Muskelschichten werden diese veränderten Fasern hin und her gezerrt und gedrückt, dadurch wird die sie ausfüllende weiche Masse zu unregelmässigen, nierenförmig abgerundeten Ballen und Wülsten geformt (Fig. 2a), und übt daher einen

ungleichmässigen Druck auf das Sarcolemma, das einerseits durch die herausragenden Wülste stärker gedehnt wird, andererseits die durch Einschnürungen der Detritusmasse freigelassenen Räume auszufüllen strebt, was zuerst zu Faltenbildung Anlass giebt, dann wenn durch die Zusammenziehungen des Muskels die Spannungsunterschiede der verschiedenen Stellen vergrössert werden, auch zu Querrissen führt. Bei relativ schwächeren Aetzungen ist die unthätig gewordene geätzte Schichte dem Drucke und Zuge des unterliegenden Muskels, seiner Dünnheit wegen, im hohen Grade ausgesetzt, was zur Folge hat, dass Fasern mit glattem, nicht ballenförmig zusammengepresstem Inhalte, eine verschwindend kleine Zahl bilden, und je länger die Aetzung fortbesteht, desto mehr nimmt die Zahl der Risse des jetzt seine ursprüngliche Elasticität verlierenden Sarcolemma's zu, die nach Belieben bei unvorsichtiger Präparation noch vermehrt werden können. Erreicht die Dicke der unmittelbar geätzten Schichte etwa 2 Mm., so bildet sie eine Art Panzer um den Muskel, dessen Kraft ausreicht um ihn zu bewegen, aber nicht dazu, um ihn so zu beugen und zu zerren, wie es mit dünneren Schichten geschieht. Diese Veränderungen werden streng localisirt auf die von dem Aetzmittel direkt betroffenen Fasern, und wenn es nicht etwa durch das in die Wunde hinfliessende Blut in weitere Regionen fortgeführt wird, so sind nur diese Fasern und von ihnen blos die einzelnen direkt betroffenen Theile in die Veränderung hineingezogen, die übrigen Theile aber der körnigen Entartung verfallen.

Die Muskelfasern, die unter dieser Detritusschicht liegen und welche von dem Aetzmittel nicht direkt betroffen wurden, zeigen ganz anderes Verhalten.

Sie werden der Sitz einer durchgreifenden Veränderung, die verschiedene Entwickelungsstufen durchmachend, als endliches Resultat die Umwandlung der Proteinsubstanz der Muskelfaser in Fett ergiebt.

Einige Autoren haben die Muskelatrophie als ein allmähliges Schwinden der Muskelsubstanz unter dem Drucke eines üppigen Nachwuchses von sich aus dem Bindegewebe entwickelnden Zellen betrachtet (Billroth, Böttcher). Ich muss aber als Sitz des pathologischen Vorganges das Muskelgewebe selbst bezeichnen, und wenn auch das Auftreten neugebildeter Zellen im Bindegewebe beobachtet wurde, so war es in einem nur untergeordneten Grade,

wobei dieses Auftreten keineswegs als bedingende Ursache der Entartung angesehen werden konnte.

Die erste Veränderung, die in der Muskelfaser vor dem Zustandekommen von formellen Umbildungen wahrgenommen wird, betrifft die allgemein physikalischen Verhältnisse der Muskelfaser als Ganzes.

Sie bietet eine zähe, elastische, glasartig durchsichtige Masse dar, die in Essig- und Phosphorsäure unlöslich, in Alkohol und nach Erhitzung über 50° coagulirend, in Aether nicht coagulirbar ist. Schwefelsäure bewirkt einen schwach gelblichen Niederschlag; Salpetersäure eine lebhafte Xanthoproteinsäurereaction; durch Salzsäure wird die Masse erweicht.

Die Querstreifung erscheint sehr blass und verwaschen, dabei erscheint sie am bestimmtesten auf der Oberfläche der Faser, be tieferer Focaleinstellung in dickeren Fasern scheint sie manchmal ganz zu fehlen, die Farbe der Faser ist eine durchsichtig weissliche, ins bläuliche übergehend und ein wenig opalescirend. Alle diese Umstände deuten auf eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Faser, dabei deuten die oben angegebenen Reactionen darauf hin, dass diese Veränderung im Sinne einer Annäherung zu der Zusammensetzung des gewöhnlichen Albumins (Serumalbumin?) vor sich gegangen ist. Da diese Reactionen nur auf microchemischem Wege gewonnen wurden, so können sie selbstverständlich nur auf eine solchen zukommende Genauigkeit Ansprüche machen. Solches Blasswerden der Muskelfaser wurde vielfach beobachtet (Virchow Böttcher, Oppenheimer, O. Weber), meistens aber neben anderen Veränderungen, oder als selbstständige »glasartige« Entartung aufgeführt, weniger aber als Ausgangspunkt jeder weiteren Entartung betrachtet, wofür wir es jedenfalls halten müssen.

Dieses Blasswerden betrifft die Fleischtheilchen wie die Umhüllungsmasse, vorläufig aber ist auch mit den besten Linsen keine andere Veränderung der bestehenden und keine Herausbildung neuer constituirender Elemente zu bemerken.

Bei der weiteren Verfolgung des Entartungsprocesses wird man gewöhnlich zuerst auf das Auftreten der sogenannten »interstitiellen« Körnchen aufmerksam, die wegen ihrer Grösse und ihres starken Brechungsvermögens zuerst bemerkt werden, die aber nicht die Anfänge des Entartungsprocesses darstellen, sondern das zuerst deutlich hervortretende Stadium desselben.

Parallel mit dem Blasswerden der Faser geht eine tiefgreifende morphologische Veränderung derselben vor sich, indem die Bestandtheile der Fibrille (Fleischtheilchen und umhüllende contractile Substanz), die vorhin als homogene, nur verschieden dichte Substanzen sich darboten, jetzt in moleculäre Massen sich differenziren, deren einzelne Molecüle auf der Grenze des Wahrnehmbaren stehen; obgleich dieser Vorgang in an sich selbst schon sehr feinen Theilen statt hat, ist er doch mit hinreichend feinen Mitteln und Methoden deutlich wahrnehmbar.

Durch Zusammenfliessen dieser Molekeln werden grössere, an Umfang sich den Fleischtheilchen nähernde Körnchen gebildet. Ihre Lage, vorzugsweise in Längsreihen, wird durch die Organisationsverhältnisse der Muskelfaser bedingt; da die die Zwischenräume der Fleischtheilchen einnehmende contractile Substanz weniger dicht ist als letztere, so lagern sich die neugeformten Körnchen vorzugsweise in derselben ein, besonders aber auf den Stellen, wo die oben beschriebenen Zwischenräume der Fibrillenbündel sich befinden, und da die seitlichen Zwischenräume grösser als die verticalen sind, so ist auch eine solche Lagerung, noch mehr aber in den Räumen zwischen je vier Fleischtheilchen, die natürlichste, womit auch das auf mehreren Stellen der Faser immer vorkommende Aneinanderreihen der Degenerationskörner leicht erklärlich wird. In dieser Weise schreitet die Entartung immer weiter fort, die Körnerablagerung wird nicht gleichmässig in allen Theilen der Faser vollzogen, sie geht vielmehr von mehreren Centren aus, sich stärker in Längs- (das heisst in der Richtung der Muskelfaser) als in der Querrichtung ausbreitend; als Resultat dieser Thätigkeit erscheinen in verschiedenen Abständen von einander stehende, parallelverlaufende, unterbrochene Reihen perlschnurartig aneinandergereihten Körner; zu derselben Zeit ist aber die pathische Thätigkeit auch in der Querrichtung, wenngleich viel schwächer wirksam; da aber die ursprüngliche Textur der Muskelfaser durch die vorhergegangenen Veränderungen geschwächt wurde, so sind die Bahnen zu den Ansammlungsorten der ausgeschiedenen Molekeln nicht mehr so scharf bezeichnet wie früher, was zur unmittelbaren Folge hat, dass die jetzt gebildeten Körner nicht mehr in derselben regelmässigen Ordnung, wie es früher geschah, abgelagert werden; vielmehr bildet sich eine grössere Anzahl kleinerer, in Unordnung oder haufenweise liegender Körner; ausserdem bleiben noch zwischen den gebildeten Körnchen einzelne Partien nicht geformter Molecularmasse.

Je mehr Thätigkeitscentren zu derselben Zeit in einer Stelle der Faser entstanden sind, desto regelmässiger sind die Reihen der neugebildeten Körner; je allgemeiner und allmähliger die Veränderung eingetreten ist, desto unregelmässiger in Grösse und Anordnung sind dieselben. Durch ihre Form und Grösse unterscheiden sich die Entartungskörner nur sehr wenig von den normalen Fleischtheilchen; desto grösser aber ist der Unterschied in ihren allgemein-physikalischen Eigenschaften. Die Entartungskörner haben einen viel geringeren Brechungscoefficienten als der der Fleischtheilchen ist, derselbe scheint zwischen dem Brechungscoefficienten der contractilen Substanz und dem der Fleischtheilchen zu stehen. Diese Verminderung des Brechungscoefficienten ist durch die geringe Dichtigkeit des entarteten Gewebes bedingt, und da bei der Entwickelung des Entartungsprocesses kein Substanzverlust (den Substanzverlust durch die physiologische Leistung nicht mitgerechnet, der aber in diesem Falle in der Gefangenschaft höchst unbedeutend ist) zu bemerken ist, so kann die bei solchen Entartungen wahrnehmbare Dickenzunahme des Muskelbündels dadurch erklärt werden, dass die im Sarcolemmasacke enthaltene Masse durch die Verminderung ihrer inneren Dichtigkeit gezwungen ist sich im Raume mehr auszubreiten, wozu ihr die Verminderung der Widerstandsfähigkeit des Sarcolemma's auch die beste Gelegenheit giebt.

A u s s e r d e m z e i g e n d i e E n t a r t u n g s k ö r n e r g a r k e i n e S p u r e n d e r f ü r d i e F l e i s c h t h e i l c h e n s o c h a r a k t e r i s t i s c h e n D o p p e l b r e c h u n g. Diese in so hohem Grade merkwürdigen Eigenschaften dieser Körner zeigen uns, dass der Entartungsprocess nicht nur in Veränderungen der formellen Bestandtheile des Muskelgewebes besteht, sondern vielmehr ihm eine tiefe Umgestaltung in der molecularen Beschaffenheit des Gewebes zu Grunde liegt; eine Thatsache, die von unverkennbarer Tragweite für die Auffassung des krankhaften Vorganges und dessen weitere Entwickelung ist [1]).

In diesem Stadium der Entartung bietet das Sarcolemma auffallende Veränderungen, die in einer bedeutenden Verdickung, in

---

1) Aus diesem Beispiele sehen wir wieder, von welcher Wichtigkeit die Anwendung des polarisirten Lichtes ist in allen den Fällen, wo es sich darum handelt, Aufschlüsse über die innere moleculare Structur eines organischen Körpers zu erhalten.

einem Verlust der ursprünglichen Derbheit und Opakwerden bestehen, was auf eine Durchtränkung der Membran mit der sich jetzt in der Muskelfaser ansammelnden Exsudatflüssigkeit zurückgeführt werden kann. Seine Elasticität ist aber noch so gross, dass die Contractionen der Muskelfasern nicht zu solchen Rupturen führen, wie es im vorigen Falle war. Bei unaufmerksamer Beobachtung erscheint das Sarcolemma durch angeklebte Exsudatflüssigkeit und feine Entartungskörner noch dicker und mit rauher innerer Oberfläche, was natürlich nur eine Täuschung ist.

Die Muskelkörperchen vergrössern sich in einem ansehnlichen Maasse, behalten aber ihre Zusammensetzung; das Blasswerden der Muskelfaser erlaubt es, sie im frischen Zustande auf sehr genaue Weise zu beobachten, wobei man sich deutlich vom Mangel der ihnen vielfach zugeschriebenen Membran überzeugen kann. Vermehrung derselben kommt nur in einer viel späteren Zeit und auch in weit geringerem Maasse vor, als es von Vielen angenommen wird.

In einem solchen Zustande trifft man die Muskelfaser 2—3 Wochen nach der Aetzung. In den folgenden Wochen unterliegen die Entartungskörner einer noch durchgreifenderen Veränderung, indem ihre Albuminmasse sich in Fett umwandelt. Zuerst ist diese Umwandlung nur vereinzelt, nach und nach aber greift sie stärker um sich, bis der überwiegendste Theil der Muskelmasse sich in Fett verwandelt hat, was je nach Umständen manchmal schon in 8 Wochen, gewöhnlich aber nicht vor 3 Monaten geschieht. Da die Umwandlung eine allmählige ist, so lässt sich ein bestimmter Zeitpunkt überhaupt nicht angeben; die Dauer der Entartung hängt ausserdem von der Stärke der Aetzung und der Jahreszeit ab; im Allgemeinen halten die so reizbaren Frühlingsfrösche starke Aetzungen und Gefangenschaft nicht lange aus; die beim Anfange meiner Versuche angewandten Frösche hielten sich nicht sehr gut, da sie schon sehr abgespannt durch die lange Wintergefangenschaft waren und bei der strengen Kälte (November) es immer schwieriger war ihnen eine geeignete gleichmässige Temperatur zu verschaffen. Das durch die Umwandlung der Entartungskörner gebildete Fett erscheint zuerst in Form von kleinen Tröpfchen, die mit den nebenan liegenden sich zu vereinigen streben, was zur Folge die Bildung grösserer Fetttropfen hat; vor oder nach dieser Vereinigung bilden sich um diese Fetttröpfchen, durch Fällung der sie umgebenden albuminoiden Exsudatflüssigkeit, ganz feine, durchsichtige Häut-

chen. eine Erscheinung, die überall beim Zusammentreffen von Fett und Albuminsubstanzen stattfindet und die, wie bekannt, von Ascherson auch experimentell erzeugt wurde. Die so umhäuteten Fetttropfen können sich nicht mehr miteinander vereinigen, bis durch äusseren Druck ihre Häute zum Platzen gebracht werden, was auch vielfach geschieht. Die Häutchen können bei unvollständiger Ausziehung mit Aether auf sehr zierliche Weise dargestellt werden, indem sie dabei schrumpfen und Falten bilden.

In der Weise wird es leicht erklärlich, warum die Grösse und Lagerung der Fetttröpfchen so verschieden ist; zuerst sieht man nur ganz kleine zerstreut liegende Kügelchen, später findet man öfters die von Virchow hervorgehobenen Reihen perlschnurartig aneinandergereihter, ovaler Fetttröpfchen; zu dieser Gattung gehören die Kölliker'schen »interstitiellen Körnchen«, die bei lange unthätigen Muskeln sich immer bilden; in den späteren Stadien fliessen die kleineren Fetttröpfchen in grössere zusammen, die dann wieder die runde Form annehmen, da zu der Zeit der innere Zusammenhang der Bestandtheile der Muskelfaser derartig gelockert ist, dass der neugebildete Tropfen keinen Druckeinwirkungen ausgesetzt wird. Man darf diese (oft $^1/_2$—1 Mm.) grossen Blasen durchaus nicht mit den in dem Bindegewebe des Muskelbündels bei längerer Unthätigkeit und reichlicher Nahrung sich entwickelnden Fettzellen verwechseln. Diese entwickeln sich ausserhalb der Muskelfaser aus von aussen zugebrachtem Materiale, jene dagegen in der Faser aus dem umgebildeten Faserinhalte. Böttcher hat ganz Recht, wenn er sagt, dass wir weitere Aufschlüsse über die Bildung von Fett in den Muskeln nur durch das Mikroskop erhalten können, denn z. B. in den beiden hier angeführten Fällen wird die chemische Analyse uns dieselben Resultate geben, es ist aber einleuchtend, wie wesentlich verschieden die beiden Processe sind. Aus allem oben Mitgetheilten geht hervor, dass wir eine einfache Umbildung des albuminoiden Muskelfaserinhaltes in Fett anzunehmen haben; diesen Fettinhalt nur auf gesteigerte Zufuhr von Fett zu reduciren, wie es von Einigen geschehen ist, haben wir gar keine Veranlassung. Die Zufuhr geschieht wohl, aber dann manifestirt sie sich durch die oben berührten Ablagerungen von Fettzellen im Bindegewebe; sie könnte auch im Muskelinhalte selbst geschehen, aber wir können es nicht wahrnehmen, daher eine solche Annahme Angesichts einer mehr naturgemässen und unmittelbar wahrzunehmenden als nicht nothwendig erscheint.

Die Untersuchung der durch Auspressen gewonnenen Fette und des Aetherextractes ergab, dass wenn auch Beimischungen von Palmitin und Stearin wahrscheinlich sind, so besteht es hauptsächlich aus Oleïn. Dieselben Erscheinungen, welche in unserem Falle durch Aetzungsreiz in der Muskelfaser hervorgebracht wurden, können auch durch den Reiz, den die Anwesenheit parasitischer Nematoden bedingt, zu Tage treten. In den von mir untersuchten Muskeln, die durch Trichinen (Kaninchen) oder den Myoryctes Weismanni *Eberth*, (Frosch, Triton) inficirt waren, war der Gang des Entartungsprozesses durch die bedeutendere Stärke des Reizes viel heftiger und schneller; ausserdem wurde durch die beständigen Bewegungen des Thieres die regelmässige Ausbildung grösserer Körner gehindert, daher auch der Muskel bald mit kleinen, rundlichen, gleichgrossen, starklichtbrechenden Körnern ausgefüllt erscheint. Die Verhältnisse bleiben aber im allgemeinen dort wie hier absolut dieselben, obgleich in letztem Falle die Erscheinung nicht so prägnant erscheint, da ihr Entwickelungsgang ein vielfach gestörter ist. In beiden Fällen kann es leicht zur Resorption und Ausgleichung des gebildeten Fettes kommen; so ist der von den Trichinen ausgeübte Reiz, obgleich sehr stark doch nicht sehr lange andauernd, da er nach der Einkapselung der Trichine grösstentheils aufhört; ebenso, wenn der Aetzungsreiz kein starker und oft wiederholter ist, kann es zur Ausgleichung kommen, vorausgesetzt dass die Fettumbildung nicht zu weit um sich gegriffen hat. Ueberhaupt ist die fettige Entartung der Muskeln in ihren mittleren Stadien dem Organismus nur insofern unmittelbar schädlich, als sie durch die dadurch bedingte Lähmung der Bewegungen mittelbar eingreifend auf die Thätigkeit lebenswichtiger Organe wirkt. Aus der Vergleichung der oben angeführten Beschreibung des Entartungsvorganges mit den bis jetzt von den Autoren gemachten Angaben ersieht man, dass dieselben hauptsächlich die letzten Stadien der Entartung, wenn die fettige Umwandlung schon vorgeschritten ist, betreffen, ohne die ersteren zu berühren. Die fortgeschritteneren Grade der Entartung werden durch eine beträchtliche Volumabnahme des ganzen Muskels begleitet, die in einer Resorption und Ausscheidung des neugebildeten Fettes ihren Grund findet.

Es scheint, dass bei mässigeren Graden der Entartung der Schaden ein leicht ausgleichbarer ist, wobei die Muskelkörperchen sicherlich eine wichtige Rolle zu spielen haben, worauf man aus ih-

rem Wachsthume und ihrer wiederholten Theilung zu schliessen hat: eine Thätigkeit, deren Endresultat ebenso wie die Zustände der Faser bei sehr starker Entartung nach geschehener Fettresorption ich leider in zu geringem Maassstabe zu beobachten Gelegenheit hatte, als dass ich darüber sichere Mittheilungen machen könnte. Ich will nur bemerken, dass die Fettmetamorphose auch in den Muskelkörperchen parallel mit der des Faserinhalts vor sich geht, so dass sie keineswegs die Centren sind, in welchen die Entartung zuerst entsteht, wie es mehrfach angenommen wurde, in ihnen ist freilich jede Veränderung viel leichter zu sehen als im Parenchym, besonders wenn man dickere Fasern untersucht.

Dass bei dem Aetzungsreize die Entartung eine viel leichter ausgleichbare ist als die in verschiedenen Krankheiten entstandene, wo eine solche auch durch eine Reihe von Jahren ohne solche Ausgleichung fortbestehen kann (wie in den Meryan'schen Fällen), ist dahin zu erklären, dass hier nur ein verhältnissmässig vorübergehender Reiz wirkt, während in jenen Krankheiten ein andauernder besteht, durch allgemeine Störungen hervorgebracht.

Heidelberg, Juli 1865.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXV.

Fig. 1. Schema einer Muskelfibrille. Die zwei mittleren Fleischtheilchen und die umhüllende contractile Masse a. sind in körniger Entartung begriffen.

Fig. 2. Durch unmittelbare Einwirkung des Aetzmittels auf den Faserinhalt in Detritusmasse zerfallene Muskelfaser. 350/1.

Fig. 3. Bei beginnender Entartung brüchig gewordene Muskelfaser, die eine Neigung zum Zerfall in horizontale Scheiben zeigt. 350/1.

Fig. 4. Muskelfaser mit vergrösserten, theilweise mit Fetttröpfchen angefüllten Muskelkörperchen. 400/1.

Fig. 5. Körniger Zerfall der Muskelfaser, mit schwachen Spuren der Fettentartung. 250/1.

Fig. 6. Vorgerücktes Stadium der Fettentartung. 250/1.

Echiniscus Sigismundi,

ein Arctiscoide der Nordsee.

Von

Max Schultze.

Hierzu Taf. XXVI.

Die kleine Gruppe der Arctiscoiden [1]) unter den Gliederthieren gehört ohne Zweifel zu den verbreitetsten Thieren der Erdoberfläche. Ihre zahlreichen Arten finden sich überall im Moos der Dächer, Bäume, Zäune, der Felsen, in der Ebene wie auf Bergen so constant und in solcher Menge, dass kaum eine Erbse gross von der erdigen Unterlage dieser Moose in Wasser vertheilt durchsucht werden kann, ohne auf Exemplare derselben zu stossen. Auch in Tümpeln und Gräben trifft man sie, wenn auch mehr vereinzelt doch immerhin sehr verbreitet an. Unter diesen Umständen konnte es Wunder nehmen, dass das Meer so gut wie gar keine Vertreter dieser interessanten Gliederthiere berge. Denn so musste man annehmen, nachdem in den letzten Jahrzehnten die Fauna mikroskopischer Thierchen unserer Meeresküsten von so vielen unermüdlichen Forschern festgestellt worden, und nur einem Einzigen unter ihnen ein Mal ein Arctiscoide im Meerwasser vorgekommen war. Wir verdanken Dujardin die ziemlich unvollständige Kenntniss eines sol-

1) Mit diesem Namen bezeichne ich nach dem Vorgange meines Vaters C. A. Sigmund Schultze die „Tardigrades“ von Dujardin u. Doyère. Vergl. C. A. S. Schultze: Echiniscus Creplini, animalculum e familia Arctiscoidum. Gryphiae 1861. Vergl. auch Dr. Greef über das Nervensystem der Bärthierchen dieses Archiv p. 101, Anmerkung.

chen Thieres [1]), welches einer seiner Schüler an der Wand eines Meerwasser enthaltenden Glases auffand. Dasselbe zeichnet sich vor den bekannten Arctiscoiden durch die Länge und Gliederung seiner Beine aus, wie die Fig. 5 der zu diesem Aufsatz gehörigen Tafel zeigt, welche eine Copie einer der Dujardin'schen Abbildungen ist. Die geringe Grösse des Thieres ($\frac{1}{25}$—$\frac{1}{10}$ Mm.), seine grosse Weichheit und Empfindlichkeit, die Dujardin gegenüber der Festigkeit der Gewebe anderer Arctiscoiden hervorhebt und der Mangel an Geschlechtstheilen lassen der Vermuthung Raum, dass es jugendliche Individuen gewesen, welche Dujardin vorgekommen sind, und dass sie bei weiterer Entwicklung und den bei allen Arctiscoiden sich wiederholenden Häutungen möglicherweise noch Veränderungen der Gestalt eingehen. Kein späterer Beobachter hat etwas von diesem Thiere, das Dujardin mit dem Namen Lydella belegte, oder überhaupt einen Arctiscoiden des Meeres wiedergesehen.

Die gewöhnlichen Gesellschafter der Arctiscoiden sind Anguillulinen, Räderthiere und gewisse Amoeben. Als ich mich in Ostende mit der Fauna der Austernparks beschäftigte, deren schlammartiger Bodensatz von mikroskopischen Thieren wimmelt und grade die letztgenannten Arten in ungeheuren Massen beherbergt, trat mir der Gedanke, dass an diesen Orten auch Arctiscoiden vorkommen möchten, so nahe, dass ich lange nach solchen suchte. Meine Mühe war vergeblich, wurde dagegen belohnt, als ich statt der geschlossenen Bassins mich zu den der täglichen Ebbe und Fluth ausgesetzten Pfählen wandte, welche vor dem steinernen Deich eingerammt sind, und die auch bei der Ebbe von Wasser bedeckten oder doch ganz nassen kurzen braunen Algen und Schizonema-Fäden, welche daselbst wachsen, abkratzte und mit ihrem sand- oder schlammartigen Wurzelboden unter dem Mikroskope ausbreitete. Unter Anguillulinen, Räderthieren, Infusorien, Diatomeen etc. krochen mir muntere Arctiscoiden entgegen. Diese gehörten alle einer Art an, welche von den bisher bekannten wesentlich abweicht und deren Beschreibung die nachfolgenden Zeilen gewidmet sind.

Aber ich bin nicht der einzige Entdecker derselben. Der gleiche Arctiscoide ist von Herrn Dr. Greef gleichzeitig auch in Helgoland

---

1) Annales des sciences nat. 3 ser. 1851, Tom. V. pag. 164, Tab. 3. Fig. 9, 10, 11.

aufgefunden worden. Dr. Greef, dessen Studien über die Arctiscoiden wir den werthvollen Aufsatz über das Nervensystem der Bärthierchen (dieses Archiv p. 101) verdanken, durchmusterte, wie er mir erzählt, auf Helgoland die Dächer und Bäume, den Sand und endlich auch die mit Algen bewachsenen aus dem Meere hervorragenden Pfähle der Küste auf Arctiscoiden. Am letzteren Orte stiess ihm dieselbe und wiederum auch nur diese Species auf, die ich in Ostende beobachtet habe. Wahrscheinlich also wird dieselbe auch an vielen anderen Küsten vorkommen.

Der Echiniscus Sigismundi (Taf. XXVI Fig. 1. u. 2), wie wir die Art meinem Vater zu Ehren, welcher die Gattung Echiniscus aufstellte [1]), genannt haben, gehört zu den kleineren unter den Arctiscoiden. Seine ganze Länge beträgt in den grössten von uns beobachteten Exemplaren nur 0,08—0,09'''. Derselbe ist farblos und durchsichtig, nur der Darmkanal tritt mit gelbbrauner Farbe hervor, die wahrscheinlich wesentlich von der aus Algen bestehenden Nahrung herrührt. Dass wir die Art der Gattung Echiniscus einreihen, beruht auf der Bildung des Kauapparates, der Krallen an den Füssen und der Haut des Rückens, welche eine unverkennbare Schilderabtheilung zeigt und mit einigen dornartigen Fortsätzen versehen ist. Die Uebereinstimmung in der Bildung des Kauapparates mit dem der bisher beschriebenen Echinisci ist ausserordentlich gross, wie eine Vergleichung der Figuren 1. 2 u. 3 der angehängten Tafel mit den von meinem Vater in seinen Schriften über Echiniscus Bellermanni und Creplini gegebenen beweist. Auch Doyère's Abbildung des Verdauungsapparates von Emydium (Echiniscus) auf Taf. 15 Fig. 2 seiner bekannten Arbeit in den Annales des sciences naturelles vom J. 1840 (2 Ser. Tom. XV p. 269) beweist die Uebereinstimmung in allen wesentlichen Punkten, und ein Vergleich mit seinen Abbildungen derselben Theile der anderen Arctiscoiden-Gattungen Macrobiotus und Arctiscon [2]), dass unser neuer Arctiscoide im Kauapparat mit keiner der anderen Gattungen verwandt ist.

Characteristisch für Echiniscus sind ferner die gleich langen, ungetheilten Krallen der Füsse, bei den bisher beschriebenen Arten zu

1) Echiniscus Bellermanni, Berolini 1840.

2) Den Kauapparat des letzteren bildet am genauesten Greef ab, dieses Archiv Taf. IV, Fig. 1.

4 an jedem Fusse vorhanden. Durchaus abweichend zeigt sich die Fussbildung bei Macrobiotus und Arctiscon. Unser Echiniscus Sigismundi besitzt auch nur gleich lange und ungetheilte Krallen an jedem Fusse, aber die Zahl derselben weicht merkwürdig von der der Süsswasser-Arten ab. Die von mir beobachteten Exemplare besassen zum grösseren Theile acht Krallen an jedem Fusse, einige wenige hatten nur sieben, die von Dr. Greef auf Helgoland gefundenen liessen dagegen neun Krallen deutlich erkennen. Wir haben beide auf die Feststellung dieser Zahlen einen grossen Werth gelegt, da sie zur Artbestimmung sehr wichtig erscheinen mussten. Ein Irrthum kann somit nicht angenommen werden. Die Zahl der Krallen scheint immer an allen 4 Fusspaaren übereinzustimmen. Wenigstens habe ich, wo ich einmal 7 gezählt hatte, immer die gleiche Zahl auch an den andern Füssen gefunden, und ebenso bei den achtkralligen. Eine Trennung der 7, 8 und 9kralligen in verschiedene Species möchte ich aber nicht für begründet halten, da sie in jeder anderen Beziehung eine grosse Uebereinstimmung zeigen, und die verschiedene Zahl der Krallen, wie ich unten noch zeigen werde, auf verschiedenen Entwicklungszuständen beruhen kann.

Eine gewisse Abweichung von den bisher bekannten Echinisci zeigt unsere Salzwasser-Species in der Bildung der Haut des Rückens. Echiniscus Bellermanni und Creplini sowie die Doyère'schen Emydien, welche z. Th. mit den ebengenannten Species zusammenfallen, ebenso die von Ehrenberg in der Microgeologie (Taf. XXXV, B) abgebildeten Echinisci vom Monte Rosa, besitzen alle einen sehr deutlich segmentirten, wie gepanzerten Rücken, und sind mit mehreren Paaren längerer und kürzerer Borsten und Stacheln ausgerüstet. Von solcher Panzerung und Borstenbildung erkennt man am Echiniscus Sigismundi auf den ersten Blick wenig oder Nichts. Dennoch ist eine deutliche Gliederung der Rückenhaut in Schilder und auch eine geringe Anzahl kurzer Stacheln auf derselben vorhanden. Wie Fig. 1 zeigt ist der stark convexe Rücken in Felder abgetheilt, von denen das hinterste ganz dem letzten Rückenschilde der echten Echinisci gleicht, auch genau an der Stelle, wo dieses jederseits ein Borstenhaar entspringen lässt, zwei Stacheln trägt. Mehr nach vorn ist die Gliederung der Haut minder deutlich, doch nicht zu verkennen. Aber Borsten oder Stacheln habe ich hier mit Deutlichkeit nicht mehr auffinden können.

Vielleicht dass über dem ersten Fusspaare eine kurze Rücken-

borste steht. Ich bin über die etwaige Anwesenheit einer solchen nicht vollkommen ins Klare gekommen. Dagegen ist ganz leicht zu erkennen ein auf der dorsalen Seite des vorletzten Fusspaares stehender Stachel, den Fig. 1 zeigt.

Von sonstigen Organisationseigenthümlichkeiten unseres Echiniscus ist nun ferner zu erwähnen, dass derselbe Augen besitzt, deren Grösse etwas variirt, und dass lateralwärts von den Augen auf dem Rücken jederseits zwei kleine zarte conische Fortsätze entspringen, welche dicht hintereinander gelegen in Grösse und Gestalt ein wenig von einander abweichen. Wahrscheinlich stellen sie irgend welche Sinnesorgane dar. Am vorderen Körperende liegt bauchwärts die kleine runde Mundöffnung, welche auch, wie in Fig. 4 gezeichnet ist, über den vorderen Rand des Körpers vorgeschoben werden kann. Ihr folgen nach hinten die Stäbchen des Kauapparates, den Fig. 3 bei sehr starker Vergrösserung darstellt. Am vorderen oder Stirnrande des Thieres springen zwei zarte, spitze, dreieckige Papillen vor, deren Grösse etwas variirt, wie ein Blick auf Fig. 1 u. 2 zeigt, und an diese schliesst sich rechts und links ein flügelartiger Vorsprung des Körperrandes an, welcher in der Ansicht von der Bauchseite (Fig. 2) schärfer abgesetzt erscheint als vom Rücken gesehen. Der Darmkanal ist ein ausgebuchteter weiter Sack von gelbbrauner Farbe, der zwischen den beiden letzten Fusspaaren in einen After ausmündet. Von Geschlechtstheilen habe ich nie etwas wahrnehmen können.

Ich habe mehrere Individuen angetroffen, welche kurz vor der Häutung standen. In ihren Füssen zeigte sich nach einwärts von den Krallen die Anlage der neuen Krallen als eine sehr scharf gezeichnete Streifung, welche auch bei starkem Druck, welcher Muskeln und Falten der Haut verschwinden machte, zurückblieb. Die grössere Mehrzahl dieser in der Häutung begriffenen Individuen hatte nur 7 Krallen, nur einmal sah ich auch in einem achtkralligen Exemplar die Andeutung neuer Fussbewaffnung. Leider war diese letztere in allen Fällen nicht der Art übersichtlich, dass sich hätte feststellen lassen, ob etwa durch die Häutung die Zahl der Krallen zunehme, eine Vermuthung, welche vollkommen begründet wird durch die Angaben Doyère's [1]), nach welchen die jungen Echinisci.

1) Annales des sciences nat. 2 ser. Tom. XIV, pag. 281.

wenn sie das Ei verlassen, nur zwei Krallen besitzen, und erst nach verschiedenen Häutungen ihrer vier erhalten, wie die erwachsenen.

Das unseren Echiniscus Sigismundi von den bisher bekannten Arten am schärfsten trennende Merkmal ist nach Obigem die Zahl der Krallen, die sich von der gewöhnlichen Zahl 4 hier plötzlich auf 8 und 9, also bis auf das Doppelte und darüber steigert. Alle übrigen Organe sind den Arten des süssen Wassers zum Verwechseln ähnlich. In anderer Richtung nicht minder weit verschieden ist das Vorkommen und die Lebensweise. Giebt es einen grösseren Unterschied in der äusseren Umgebung als ihn die Aufenthaltsorte des Echiniscus Bellermanni und des E. Sigismundi in sich schliessen? Während ersterer im Grunde der die Baumrinde überziehenden Moosrasen in tockner Jahreszeit zu, man könnte sagen latentem Leben verurtheilt, nur während der einzelnen Regentage munter umherkriechend, ein vor äusseren Schädlichkeiten geschütztes Lager bewohnt, in welchem weder der strömende Regen noch der Sturmwind ihm viel anhaben kann, lebt dieser an der Küste eines in Ebbe und Fluth täglich brandenden Meeres. Frei den stürmisch andringenden Wogen ausgesetzt, bei jeder Welle in Gefahr fortgespült zu werden, hält er sich mühsam in der dünnen Algenvegetation fest, welche die Holzpfähle dürftig überzieht. Eine mehr gefährdete Existenz ist kaum zu denken als die der Arctiscoiden, welche an den kurzen Pfählen sich angesiedelt haben, die vor dem grossen Steindamm in Ostende hervorragen, und bei jeder Fluth von neuem mit beweglichem Sande überschüttet und von den Wogen gepeitscht werden. In dieser Situation kommen ihm seine 64 oder gar 72 stark gebogenen Krallen (8—9 an jedem Fusse) zweifelsohne vortrefflich zu Statten. Was liegt näher, als die doppelte Zahl von Krallen, welche den Echiniscus Sigismundi auszeichnet als hervorgegangen zu betrachten aus dem Bedürfniss, sich im Wellenschlage festzuhalten. Wir meinen, wenn die überall verbreiteten Arctiscoiden des Landes die der Zeit nach früheren auf der Erdoberfläche waren, und eine Verbreitung derselben von den Küsten in das Meer hinab erst später erfolgte, so änderte sich hier dem Bedürfniss entsprechend allmählig die Vierzahl der Krallen in die doppelte um. Solche Formen, bei denen dieser Uebergang begonnen hatte, konnten länger den ihrer Verbreitung hinderlichen Einflüssen der Brandung widerstehen, sie waren es also, welche sich schliesslich nach dem Gesetz der natürlichen Auslese allein erhielten und fortpflanzten.

Ich gestehe, dass mir Nichts an dem Funde des Echiniscus des Meeres solche Freude gemacht hat, als die in solcher Weise sich aufdrängende Bestätigung der Fruchtbarkeit der Darwin'schen Hypothesen. Es reiht sich dieser Fund wie ich glaube würdig den schlagendsten Beispielen an, welche zu Gunsten Darwin's geltend gemacht werden können.

Hier muss ich auch des Dujardin'schen See-Arctiscoiden noch einmal gedenken. Nach den borstenartigen Fortsätzen der Haut, welche derselbe besitzt (vergl. Fig. 5), dürfte auch er der Gattung Echiniscus zunächst verwandt sein. Dass seine Fortsätze nur vorn und hinten stehen, während andere langborstige Echinisci solche auch in der Mitte des Rückens zeigen, könnte als eine weitere Stütze meiner bereits oben ausgesprochenen Ansicht gelten, dass das Dujardin'sche Thier nur ein junges gewesen. Denn nach Doyère fehlen den jungen Echinisci die mittleren Borsten constant. So viel die Dujardin'schen Zeichnungen lehren, ist das characteristische Merkmal dieser meerischen Form auch, wie bei Echiniscus Sigismundi, in den Beinen gelegen, und scheint ebenfalls wie bei diesem darauf berechnet, das Festhalten zu erleichtern. Statt vieler Krallen an einer kurzen Extremität zeigen sich die Beine in einer für die Arctiscoiden ganz ungewöhnlichen Weise verlängert, vortrefflich geeignet dünne Algenfäden zu umklammern, um so dem Sturme der Wogen zu widerstehen. Hoffentlich wird die Lydella Dujardin's bald einmal wieder einem Forscher in die Hände fallen, der dann über die Art des Vorkommens im Meere, über die wir von Dujardin Nichts erfahren, berichten kann. Offenbar liegt es dem Freunde Darwin's sehr nahe, die langen Beine in seinem Sinne zu verwerthen und von den Echinisci des Meeres ähnlich zu denken wie Fritz Müller in seinem geistvollen, an vortrefflichen Beobachtungen reichen Schriftchen »Für Darwin« die beiden Formen der Männchen von Tanais erklärt[1]), wie nämlich aus einer nach mannichfacher Richtung variirenden Menge nur »die besten Riecher und die besten Packer« übrigblieben. Die Echinisci, welche sich in der Brandung des Meeres erhalten konnten, zeigen entweder an kurzen Beinen eine doppelte Zahl von Krallen, oder besitzen lange dünne gegliederte Extremitäten, beides Vortheile der Organi-

1) Für Darwin. Leipzig 1864, p. 15.

sation, durch welche ihre Existenz mehr gesichert erscheint als die anderer, denen diese Bildung der Extremitäten abgeht.

Nothwendig musste es von Interesse sein zu erfahren, was für Arctiscoiden zunächst der Meeresküste auf dem Lande vorkommen. An Bäumen fehlt es am sandigen Strande von Ostende, dagegen fand sich Moos genug an Bretterverschlägen und Gartenzäunen. In solchem suchte ich eifrig nach, und fand auch viele Exemplare von Macrobiotus und Arctiscon, welche aus dem harten dürren Lager dünner Parmelienrasen, die wochenlang keinen Tropfen Regen erhalten hatten, durch Befeuchtung mit Wasser binnen Kurzem zu lebhaften Bewegungen erwachten. Arten der Gattung Echiniscus kamen mir nicht vor. Ein gleiches Resultat gewann nach mündlicher Mittheilung auch Dr. Greef auf Helgoland, indem ihm dort in vielen untersuchten Proben von Baum- und Dächermoos sowie im Dünensande wohl Macrobioten, aber keine Echiniscі aufstiessen.

Noch schien mir nicht uninteressant festzustellen, ob die Fähigkeit nach dem vollständigen Eintrocknen wieder zu erwachen, auch dem Echiniscus Sigismundi der Nordsee zukomme. Viel Wahrscheinlichkeit konnte die Wiederbelebung aus dem Meerwasser eingetrockneter Thiere nicht haben, da die allmählig sich concentrirende Salzlösung vor dem endlichen Austrocknen voraussichtlich todtbringend werden musste. Nach meinen Versuchen finden denn auch nicht nur die Echinisci, sondern auch Anguillulinen und Räderthiere, welche gemeinschaftlich die Algenvegetationen der aus dem Meere hervorragenden Pfähle bewohnen, durch das Eintrocknen ihren Tod. Ich presste die abgeschabten braunen Massen zwischen Fliesspapier gelinde aus, trocknete sie an der Sonne und übergoss sie nach einigen Wochen mit reinem Seewasser, Bei der sofort nach dem Aufweichen begonnenen und dann während einiger Tage wiederholten Untersuchung fanden sich jedoch nur Leichen vor. Die Eier scheinen sich dagegen im trocknen Zustande entwickelungsfähig zu erhalten. Denn nur so erklärt sich, dass dieselben Massen, als sie 4 Wochen und länger mit Seewasser übergossen gestanden hatten, von jungen Anguillulinen und Räderthieren wimmelten. Von unserem Echiniscus zeigte sich in diesen Präparaten jedoch nichts, vielleicht nur desshalb, weil es an geschlechtsreifen Exemplaren gefehlt hatte.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXVI.

Fig. 1. Echiniscus Sigismundi der Nordsee vom Rücken gesehen, mit 8 Krallen an jedem Fusse.

Fig. 2. Ein anderes Exemplar von der Bauchseite mit 7 Krallen an jedem Fuss. Vergrösserung in beiden Figuren 400.

Fig. 3. Der Kauapparat von einem 8kralligen Individuum bei 1000maliger Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 4. Vorderes Körperende mit vorgeschobener Mundöffnung. Vergr. etwa 600.

Fig 5. Lydella *Dujardin*, ein echiniscusartiger Arctiscoide aus dem Meerwasser. Copie nach Dujardin.

Zur Frage über die Endigungen der Muskelnerven.

Von

Dr. Richard Greeff,

Privatdocenten in Bonn.

Quatrefages beschreibt in seiner Monographie der Eolidina paradoxa [1]), einer an der Küste der Normandie bei St. Vast la Hogue gefundenen zur Ordnung der Notobranchiaten *Trosch.* gehörigen kleinen Naktschnecke, eine Endigungsweise der Muskelnerven ähnlich derjenigen, wie sie von Doyère bei den Arctiscoiden (Tardigraden) [2]) entdeckt worden ist. Er sagt in Bezug hierauf unter anderem [3]): »On voit par mon dessin que le nerf, arrivé près de son extremité, augmente en diamètre de manière à former un cône dont la base se confond avec la substance même du muscle.« Quatrefages hat also hiernach einen Doyère'schen Nervenhügel im Sinne, der nicht wie bei den Arctiscoiden sich über die Oberfläche des Muskels verbreitet, sondern mit seiner Basis sich in den letzteren hineinsenkt und mit dessen Substanz verschmilzt, was auch durch die beigegebene Abbildung (Taf. XI Fig. 12) veranschaulicht werden soll. Seitdem ist diese Angabe über Eolidina paradoxa in die zahlreichen, die Endigungen der Muskelnerven behandelnden Arbeiten der letzten Jahre vielfach mit aufgenommen und verwerthet worden. Mein Wunsch diese Beobachtung an den im Meere lebenden kleinen Naktschnecken prüfen zu können, erfüllte sich während eines ca. sechswöchentlichen Aufenthaltes auf Helgoland im August und Sep-

1) Memoire sur l'Eolidine paradoxale. Annales des sciences naturelles 1843. 2. Serie Tome XIX pag. 274.

2) Siehe dieses Archiv 1. Heft S. 101.

3) A. a. O. pag. 300.

tember d. J. in reichem Maasse, indem ich dort an den mit dem Schleppnetz aus der Tiefe hervorgeholten Steinen und Pflanzen verschiedene Arten dieser äusserst zierlichen Thierchen häufig auffand. Es waren unter diesen drei Repräsentanten der Gattung Eolidia, ferner eine Polycera (cornuta), ein Dendronotus, eine Tritonia und einige kleinere seltener gefundene Arten, die wegen Mangels der zugehörigen Literatur nicht näher bestimmt wurden. Einige von diesen, besonders die Eolidien und die Polycera cornuta standen mir meist in grosser Anzahl zu Gebote. Ich habe mich indessen bei allen diesen Thieren trotz möglichst sorgfältiger und wiederholtre Untersuchung vergeblich nach einer Endigungsweise der Muskelnerven, wie sie Quatrefages für Eolidina paradoxa beansprucht, umgesehen. Die von den Schlundganglien zahlreich austretenden und (besonders bei ganz jungen Schnecken, die wegen ihrer Kleinheit und grossen Durchsichtigkeit in toto unter dem Mikroskope beobachtet werden können) leicht zu verfolgenden Nerven theilen sich auf ihrem Wege in immer feinere Aestchen bis sie sich zuletzt selbst bei starker Vergrösserung nicht weiter verfolgen lassen und in dem Gewirre der nach allen Richtungen sich durchkreuzenden Muskeln verschwinden. Indessen ist mir wohl bei diesen Untersuchungen die mögliche Quelle einer Täuschung, die auch vielleicht Quatrefages zu der in Rede stehenden Beschreibung veranlasst haben möchte, häufig vor die Augen getreten. Die Muskeln nämlich dieser Thierchen, besonders diejenigen, die die Sohle derselben ausfüllen, bestehen aus verschiedenen Lagen äusserst zarter, homogener sich nach vielen Richtungen durchkreuzender Bänder, deren Breite sehr variirt, so dass viele derselben von den auch im Uebrigen ein durchaus ähnliches Aussehen bietenden Nervenfäden, wenn man die letzteren nicht von ihrem Ursprunge verfolgt hat, schwer zu sondern sein men.öcht Hierzu kommt, dass die erwähnten Muskeln sich vielfach und unter den verschiedenartigsten Winkeln theilen und oft in der Weise, dass die beiden Theilungsschenkel von durchaus ungleicher Breite sind, indem der eine derselben bloss einen zarten Faden darstellt, während der andere noch fast die ursprüngliche Breite und auch die Richtung des Bandes, wovon beide ausgegangen sind, beibehalten hat. Bei fast allen diesen Muskeltheilungen aber findet sich an dem Theilungswinkel eine konische Verbreitung des einen oder beider Schenkel, so dass also hier, wie leicht in die Augen fällt, das durchaus täuschende Bild

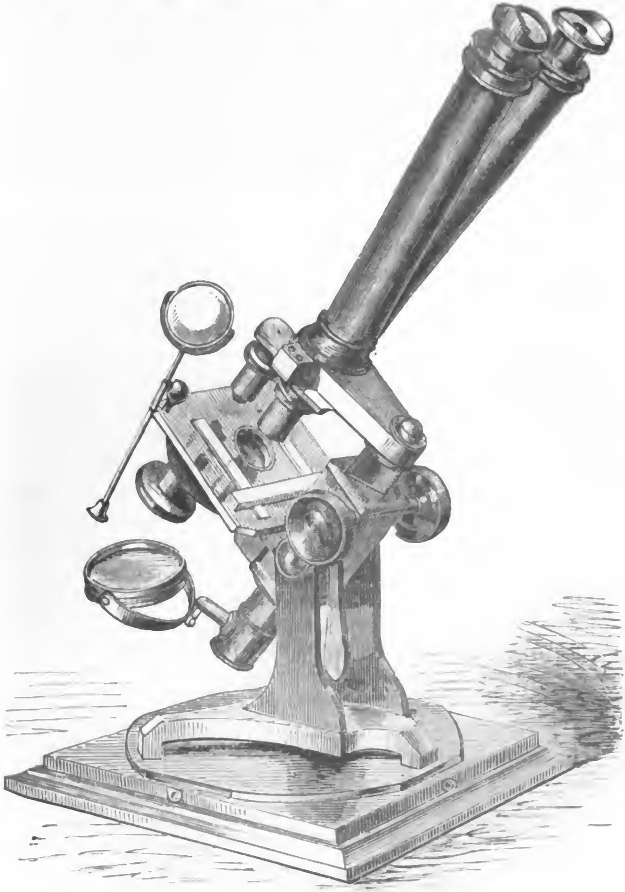
einer muskulären Nervenendigung mit D o y è re'schem Hügel sehr häufig entstehen kann, wenn man nicht mit grosser Vorsicht den Verlauf des Nerven von seinem Ursprunge an mit den Blicken festhält. Sind nun die zur Untersuchung dienenden Thiere sogar vorher getödtet und mit Reagentien behandelt, so trübt sich der Anfangs homogene Inhalt der Muskelcylinder und tritt dann in denselben hin und wieder eine körnige Substanz auf, wodurch also die besprochene Theilungsstelle des Muskels resp. die vermeintliche Stelle des D o y è r e'schen Hügels mit granulärer Substanz mehr oder minder erfüllt sein kann. Ich muss deshalb vorläufig, wenigstens an den von mir untersuchten Thieren das Vorkommen von muskulären Nervenendigungen ähnlich denen der Arctiscoiden bezweifeln. Man könnte freilich einwenden, dass mir nicht dieselbe Species zur Untersuchung vorgelegen habe wie Q u a t r e f a g e s, nicht einmal dasselbe genus, und dass deshalb an dem von Q u a t r e f a g e s beobachteten Thiere sich die Sache doch anders verhalten könnte. Der Hauptunterschied indessen, den Q u a t r e f a g e s veranlasst hat das von ihm beschriebene Thier als Eolidina zur besonderen Gattung neben Eolidia zu erheben, besteht einzig und allein in dem Mangel zweier kleiner Hautanhänge bei dem Ersteren, nämlich der unteren an der Bauchseite liegenden und vom Munde ausgehenden, sichelförmigen labialen Fortsätze. Im Uebrigen stimmen beide Gattungen (Eolidina und Eolidia) in allen wesentlichen Charakteren vollkommen überein, so dass man vielleicht Zweifel gegen die Berechtigung der Eolidina als Gattung erheben könnte. Schwerlich dürfte indessen bei diesen Thieren ein so auffallender Unterschied in der innern Bildung Statt finden, dass bei Eolidina eine so ausgeprägte Nervenendigung wie sie bei den Arctiscoiden sich findet, vorkomme, während dieselbe bei Eolidia und mehreren damit verwandten Gattungen sich der Beobachtung entzieht.

Prof. Harley's compendiöses Mikroskop.

Mit einem Holzschnitt.

Ein Mikroskop zu besitzen, welches mit möglichst wenig Zeitaufwand die Anwendung verschiedener Vergrösserungen, Beleuchtungen, den Vortheil steroskopischen Sehens und die Benutzung des polarisirten Lichtes gestattet, ist für den beschäftigten praktischen Arzt gewiss ein Bedürfniss. Von diesem Gedanken ausgehend, liess Dr. G. Harley in London, Professor der Physiologie und Histiologie an dem University College und zugleich Arzt, ein Mikroskop construiren, welches auf »Zeitersparniss« berechnet und niedrig im Preise in England eine grosse Verbreitung gefunden hat. Prof. Harley wünscht eine Beschreibung desselben auch in diesem Journal, welche wir mit einer Abbildung begleitet nachstehend geben. Das Instrument verbindet, wie es in der englischen Anzeige heisst, die Anwesenheit aller neuen Vervollkommnungen mit der Möglichkeit schneller Anwendung aller seiner verschiedenen Theile. »In der That, soweit es auf Zeitersparniss ankommt, können wir kaum glauben, dass noch eine Verbesserung ausgesonnen werden könnte. Es besitzt den weiteren Vortheil, dass seine verschiedenen Theile so zusammengesetzt sind, dass es eine Schwierigkeit wäre, sie in Unordnung zu bringen. Alles was zum Mikroskop gehört, das Prisma für binoculare Combination, der Polorisationsapparat, der Condensor, die verschiedenen Objektive für starke und schwache Vergrösserungen, alles ist in Zusammenhang gebracht und in der Weise angeordnet, dass der Beobachter im Stande ist diese Theile in Gebrauch zu setzen.

ohne dass eine einzige Schraube gelöst zu werden braucht, ja dass nur ein Augenblick Zeit verloren geht.



Wie die Abbildung zeigt, ist das Mikroskop auf den Boden eines Mahagoni-Kastens befestigt, welcher zugleich die Unterlage bildet. Um diese läuft eine Rinne zur Aufnahme des Randes einer

Glasstürze. Das Instrument ist, wie gebräuchlich, von polirtem Messing und 18 Zoll hoch. Die Oculare sind mit Schirmen versehen zum Schutz für die Augen, eine Einrichtung, die sich namentlich bei anhaltendem Gebrauch als äusserst nützlich bewährt. An dem Ende des queren Arms ist der Kasten, welcher sowohl das Wenham'sche binoculare Prisma als den Analysator für den Polarisationsapparat birgt, und durch blosses Ausziehen oder Einschieben desselben kann das Mikroskop augenblicklich aus einem binocularen in ein monokulares oder in ein Polarisationsmikroskop umgewandelt werden.

Unmittelbar unter dem queren Arm sind die beiden Objective, ein starkes (¹/₄″) und ein schwaches (1″) so angebracht, dass um die Vergrösserung zu wechseln nur eine Bewegung derselben vor- oder rückwärts nöthig ist; und da diese mit einer Schraube befestigt sind, können sie leicht, wie man Objective zu wechseln pflegt, gegen andere stärkere, wie sie der Beobachter wünscht, umgetauscht werden. Das Mikroskop hat grobe und feine Einstellungsschrauben, einen magnetischen Apparat auf dem Objecttisch zum Festlegen der Objecte bei schiefer Stellung des Mikroskopes und eine Rinne in dem magnetischen Querbalken zur Applikation von Maltwood's Finder. Unter dem Objecttisch in dem Diaphragma ist der Polarisator für den Polarisationsapparat angebracht. Der Doppelspiegel besitzt ein dreifaches Gelenk, so dass schiefes Licht in allen Richtungen einfallen kann. Kurz wir müssen wiederholen, es ist schwer ein Mikroskop zu ersinnen, welches einfacher und zugleich vollkommener wäre als Dr. Harley's Instrument, wie es Mr. Collins in London (Great Titschfield Street) für 12 Pfund anfertigt.«

Ueber billige und gute Mikroskope.

Von

H. Frey.

Das Bedürfniss der Mikroskope für die naturforschende und medizinische Welt bedarf zur Zeit keiner Erörterung mehr, denn jene sind den wissenschaftlichen Aerzten, namentlich Deutschlands, zu unentbehrlichen Werkzeugen geworden.

Aber woher, von welchem optischen Institute ein solches Instrument zu beziehen, wie oft begegnet man dieser Frage! Wie häufig befindet sich ein beschäftigter Lehrer mikroskopischer Disziplinen in der Lage, hierauf eine Antwort ertheilen zu müssen!

Ich habe in einem kleineren, wesentlich für das praktische Bedürfniss des Arztes bestimmten Buche vor nicht langer Zeit nach bestem Wissen diesen Gegenstand zu erörtern gesucht, und die folgenden Erfahrungen konnten mich nicht veranlassen, bei einer neuen Auflage jener Schrift mein Urtheil wesentlich zu ändern. Für die Erwerbung eines grossen und vollständigen, alle Anforderungen erfüllenden Instrumentes ersten Ranges habe ich dem früheren Oberhäuser'schen Institute in Paris, welches jetzt durch Hartnack's Talent einen so glänzenden Aufschwung genommen hat, den ersten Preis ertheilen müssen, allerdings nur unter den continentalen Optikern. Denn englische Instrumente aus den drei grossen Londoner Firmen von Powell and Lealand, von Ross, von Smith, Beck and Beck mit allem Reichthum ihrer Ausstattung sind mir nicht aus eigener Anschauung bekannt, indem ich nur ältere und kleinere jener Mikroskope gesehen habe. Ich kann daher auch den Werth der kürzlich von Powell and Lealand hergestellten riesenstarken

Objektive nicht beurtheilen. obgleich ich ihn für einen hohen zu nehmen geneigt bin. Der gewaltige Preis wird für unsere continentalen Geldmittel in der Regel zum unüberwindlichen Hindernisse. Ein Optiker des Festlandes, welcher für mässige Summen jene gewaltigen Systeme herzustellen lernte, würde sich um die Wissenschaft ein grosses Verdienst erwerben.

Allerdings nur die Wenigsten sind in der Lage ihrer zu bedürfen. Die meisten Arbeiten und Untersuchungen können mit weit schwächeren Vergrösserungen gemacht werden und der Arzt kann mit einem Instrumente, welches eine gute Vergrösserung von 300 gewährt und mit einer brauchbaren von etwa 500 schliesst, zufrieden sein. Solche Mikroskope aber, wenn sie nicht allzu ärmlich ausgestattet sind, können um die Summe von 40—50 Thalern erworben werden und von einer richtigen Quelle bezogen, leisten sie mehr als die doppelt so theuren, welche uns vor zwanzig Jahren beim Arbeiten zu Gebote standen.

Woher sind diese nun zu erwerben und welche Ausstattung soll ein derartiges Instrument besitzen? Die Beantwortung der Frage st manchem Leser des Archivs möglicherweise eine erwünschte.

Zum Arbeiten bedarf man einer schwachen, einer mittleren und einer stärkeren Vergrösserung. Dieselbe wird bekanntlich durch Linsensystem und Okular am zusammengesetzten Mikroskope erhalten.

Das Linsensystem vergrössert den Gegenstand, das Okular nur das von jener Kombination gelieferte Bild. Eine Forcirung der Vergrösserung durch überstarke Okulare ist somit ohne Werth für die optischen Leistungen eines derartigen Werkzeuges. Die Wirkung des Okulars findet daher eine weit schnellere Grenze als man glaubt; das Bild wird zwar grösser, aber schlechter.

Wir werden daher jene Anforderung einer dreifachen Vergrösserung nicht mit einem einzigen Linsensystem und drei Okularen erfüllen können. Wir werden vielmehr wenigstens zweier Systeme bedürfen mit zwei Okularen. Lässt sich noch ein drittes stärkeres Okular mit Vortheil verwenden, so ist dieses ein Vorzug des Instrumentes.

Das Gestell bedarf dann einer weiteren Erörterung. Ist es auch nicht in erster Linie wichtig, steht es dem optischen Theile nach, so ist seine Beschaffenheit nicht gleichgültig; ja indem es Träger des Beleuchtungsapparates ist, greift es in die optische Leistung fördernd oder hemmend ein.

Ein Stativ, welches eine gröbere und feinere Bewegung der Röhre gestattet, einen Objekttisch von einer wenigstens 1½ Zoll betragenden Breite und gegen 3 Zoll Länge soll ein derartiges Werkzeug besitzen. Zur Erleuchtung ist ein doppelter (d. h. mit einer ebenen und einer concaven Fläche versehener)' und in freier Bewegung arbeitender Spiegel sehr wünschbar. Hat er nur eine spiegelnde concave Fläche, so ist dieses ein gewisser Mangel. Fehlt es aber an einer Vorrichtung zum Abdämpfen des Lichtes, besitzt das Mikroskop keine unter dem Tische sich drehende Scheibe oder keine in die Oeffnung jenes einsetzbare Cylinderblendungen, so liegt hierin ein sehr beträchtlicher Uebelstand.

Ein Messapparat, d. h. ein in ein Okular einzulegender Glasmikrometer, muss als werthvolle Beigabe bezeichnet werden.

So sollte ungefähr das um den genannten Preis zu erwerbende Instrument beschaffen sein.

Hartnack hat dem grossen Oberhäuser'schen sogenannten Hufeisenstative ein verkleinertes Modell nachgebildet. Dieses, sein kleines Hufeisenmikroskop hat sich des verdienten Beifalls erfreut und ist mannichfach bald mit grösserem bald geringerem Geschicke von andern Optikern nachgeahmt worden. Jenes Instrument mit zwei Linsensystemen No. 4 und No. 7 versehen, sowie mit zwei Okularen (No. 2 und 3 oder No. 3 und 4) ist für etwas mehr als 50 Thaler zu haben und zu grosser Verbreitung gelangt. Linsen und Okulare, Beleuchtungsapparat, Mechanismus — alles ist vortrefflich. Nur der Spiegel sollte an der Stange einer senkrechten Auf- und Abbewegung fähig sein.

Aber ein Mann, ein Institut kann nicht allen Anforderungen genügen. Ich war vor Jahren oft in Verlegenheit, wenn ich andere Firmen bezeichnen sollte, von welchen ähnliche Instrumente um mässiges Geld zu erwerben wären.

Ich freue mich jetzt eine Firma nennen zu können, von welcher einem derartigen Bedürfnisse Genüge geleistet wird.

Ich meine nämlich das Institut von G. & L. Merz in München. Schon vor Jahren hat einer der tiefsten, gründlichsten Kenner des Mikroskops, Harting, starken Linsensystemen dieser Firma ein hohes Lob ertheilt.

Meinem verehrten Kollegen von Siebold in München verdanke ich neben so mancher Freundlichkeit im Leben die erste Bekanntschaft mit den Merz'schen Mikroskopen und seit fünf Monaten

ist mir eine nicht ganz unbeträchtliche Anzahl derselben durch die Hände gegangen.

Das betreffende Instrument ist in dem Merz'schen Preiscourant mit 40 Thalern (70 Fl.) notirt und erhöht sich bei einer Verbesserung um weitere 3 Fl.

Es ist ein Hufeisengestell, wie sie jetzt so viel verfertigt werden. Die Höhe des Ganzen, nicht viel verschieden von dem Hartnack'-schen genannten kleineren Stative beträgt 30 Centimeter bei 18 Cm. Rohrlänge. Der Tisch steht allerdings meiner Ansicht nach dem Hufeisen allzunahe und bietet bei einer rundlichen Form nach vorne für den Objectträger zu geringe Fläche dar. Zur Beleuchtung dient ein an vierkantiger Stange unbeweglich befestigter, d. h. kein Auf- und Abschieben gestattender Hohlspiegel, welcher im Uebrigen alle Freiheit der Stellung gestattet, und zum Abblenden eine unter der Tischplatte befindliche Drehscheibe von zweckmässiger Konstruktion. Die grobe Bewegung geschieht durch Verschieben der Mikroskopröhre in der Hülse, die feine durch eine sogenannte Mikrometerschraube. Die Arbeit ist eine sehr solide.

Ich habe einige tadelnde Bemerkungen vorausgeschickt, welcher jetzt ein hohes Lob zu folgen hat. Der ganze optische Apparat, bestehend aus zwei Linsensystemen und drei Okularen ist sehr gut. Das schwache Linsensystem mit der nominellen Brennweite von $^1/_3$ Zoll (einer den Engländern entnommenen Besprechungsweise) gewährt mit Okular ein und zwei Vergrösserungen von 60 und 120; das stärkere System, $^1/_{12}$ Zoll liefert mit den drei Okularen Vergrösserungen von 240, 480 und 720. Wir erhalten also anstatt der oben als nothwendig bezeichneten dreifachen Vergrösserungen ihrer fünf und selbst die letzte noch vollkommen brauchbar und hier und da einigen Nutzen gewährend.

Nun sind gute Systeme in der Stärke von $^1/_3$ Zoll verhältnissmässig leicht herzustellen und Okulare keine Kunststücke.

Es wird sich also alles um das stärkere der beiden Objective drehen. Dieses in seiner Vergrösserung einem Hartnack'schen No. 7 ziemlich gleichkommend habe ich bisher an allen von mir geprüften Merz'schen Mikroskopen von gleicher Güte gefunden und gebe ich ihm unter den mir bekannten gleich starken gegenwärtig in Deutschland verfertigten Systemen, soweit ich geprüft, den Vorzug. Ich habe seine Leistungen bei schiefer Beleuchtung und grader oder centrischer geprüft und ich habe mich, worauf ebenfalls volles

Gewicht zu legen ist, seiner bei feinen histologischen Untersuchungen Tage lang bedient. Definitions- und Penetrationsvermögen sind gleich gut. Die Leistung an der Nobert'chen Probeplatte bei centrischer Beleuchtung hat kürzlich der Herausgeber dieses Archivs in einem Aufsatze (S. 307) mitgetheilt.

Von stärkeren mit Correktionsapparat für die verschiedene Dicke der Deckgläschen versehenen Systemen des Merz'schen Instituts ist mir eins ($^1/_{15}$") durch die Hände gegangen, welches grosses Lob verdiente. Ein ganz neues, sehr starkes, mit der Brennweite von $^1/_{24}$ Zoll lieferte M. Schultze an Noberts Platte ein glänzendes Resultat. Ich kenne es zur Zeit noch nicht.

Um auf das empfohlene Instrument zurück zu kommen, so haben die Herren Merz neuerlich den Spiegel senkrecht verstellbar an jenem vierkantigen Träger angebracht und wie ich glaube auch jenem eine doppelte Fläche gegeben. Der Preis erhöht sich um die obengenannten 3 fl.

An die Merz'schen Instrumente möchte ich ein kleineres Mikroskop von C. Zeiss in Jena anreihen, das nämliche, dessen Stativ in der zweiten Auflage meines Mikroskops als Fig. 22 abgebildet ist.

Dasselbe ist ein etwas hohes und schlankes Hufeisengestell, dessen Röhre in der Hülse auf- und abgeschoben werden kann, während die feinere Bewegung ebenfalls einer Mikrometerschraube überwiesen ist. Ein breiter vierkantiger Objekttisch trägt eine nach aufwärts convexe, nach unten concave Drehscheibe mit vier Löchern. Der Spiegel besitzt eine ebene und concave Fläche und ist durch komplizirte Gelenke in freiester Weise beweglich, so dass er über den Rand des Tisches hinaus in schiefer Stellung vorgeschoben werden kann. Das ganze Gestell ist mit einer sehr guten Arbeit versehen und ein höchst zweckmässiges zu nennen.

Zwei Linsensysteme A und D bezeichnet und 3 Okulare bilden die optische Ausstattung. System A kann gebrochen und ganz verwendet werden und giebt in ersterem Zustand mit den schwächeren Okularen 2 und 3 Vergrösserungen von 30 und 45, mit vollen Linsen von 75 und 115. System D mit den Okularen 2, 3 und 4 gewährt Vergrösserungen von 250, 450 und 740.

Auch dieses Instrument, von welchem ich ein Exemplar sah und längere Zeit bei meinen Arbeiten prüfend benutzte, ist ein sehr gutes, aller Empfehlung würdiges. Der Besitzer eines solchen wird den Ankauf nicht bereuen und keiner weiteren optischen Apparate

strument, Röhre, Tisch und der mit senkrechter Stange an letzterem befestigte Spiegel. Letzterer, concaver, gestattet eine halbe Drehbewegung. Das Ganze ist an seinem säulenförmigen Träger einer Schief- und Horizontalstellung fähig, welche aber durch seitliche Verstellung ermöglicht und durch eine Schraube gehalten wird. Zur Bewegung dient eine mit einer Kette arbeitende Schraube und ein an jener herabhängender Hebel erlaubt eine feinere Fokusveränderung.

Der ansehnliche vierkantige Tisch hat ein sehr weites Loch, in welches die mit einer einzigen Oeffnung versehene Drehscheibe zum Abblenden eingesetzt werden kann. Er trägt seitlich eine Beleuchtungslinse für opake Gegenstände und einen mit einem Knopfe verschiebbaren Objecthalter.

Höchst sonderbar nimmt sich die (nicht ausziehbare) Röhre aus. Sie ist stumpf vierkantig, die Kanten Messing, die Flächen schwarz.

Zwei Linsensysteme, mit der nominellen Brennweite, von 1 und $^1/_4$ Zoll und zwei Okulare bilden die optische Beigabe.

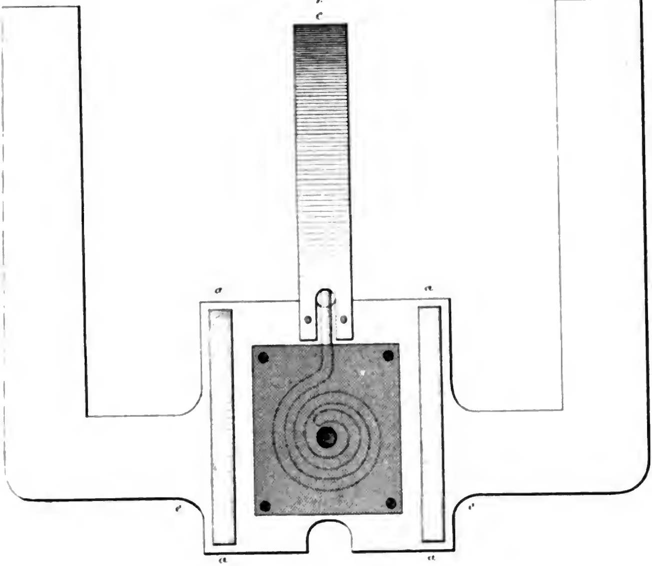
Man gewinnt so zwei ganz hübsche schwache Vergrösserungen und zwei stärkere, von welchen die höchste mit einer 220fachen Leistung ebenfalls die meisten histologischen Arbeiten gestattet.

Die Bedeutung dieses Instrumentes ist eine ähnliche wie die der Pillischer'schen; doch würde ich letzteres der bequemeren Handhabung wegen dem in sonderbarer Laune geschaffenen Stativ von Smith, Beck and Beck wohl vorziehen. Mit einigen nothwendigen Abänderungen versehen würde die Nachbildung des Pillischer'schen Gestells einem deutschen Optiker sehr zu empfehlen sein. Ich getraute mir ein sehr gutes Stativ mit Leichtigkeit nach diesem Vorbilde zu konstruiren.

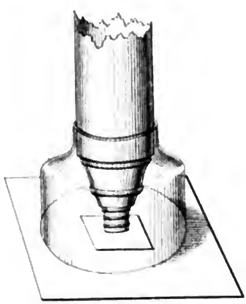
Beide Mikroskope aber zeigen was bei gutem Willen um so geringen Preis in England herzustellen möglich war. Möge man sich auf dem Continente hier und da ein Beispiel daran nehmen!

Zürich, 4. Dezember 1865.

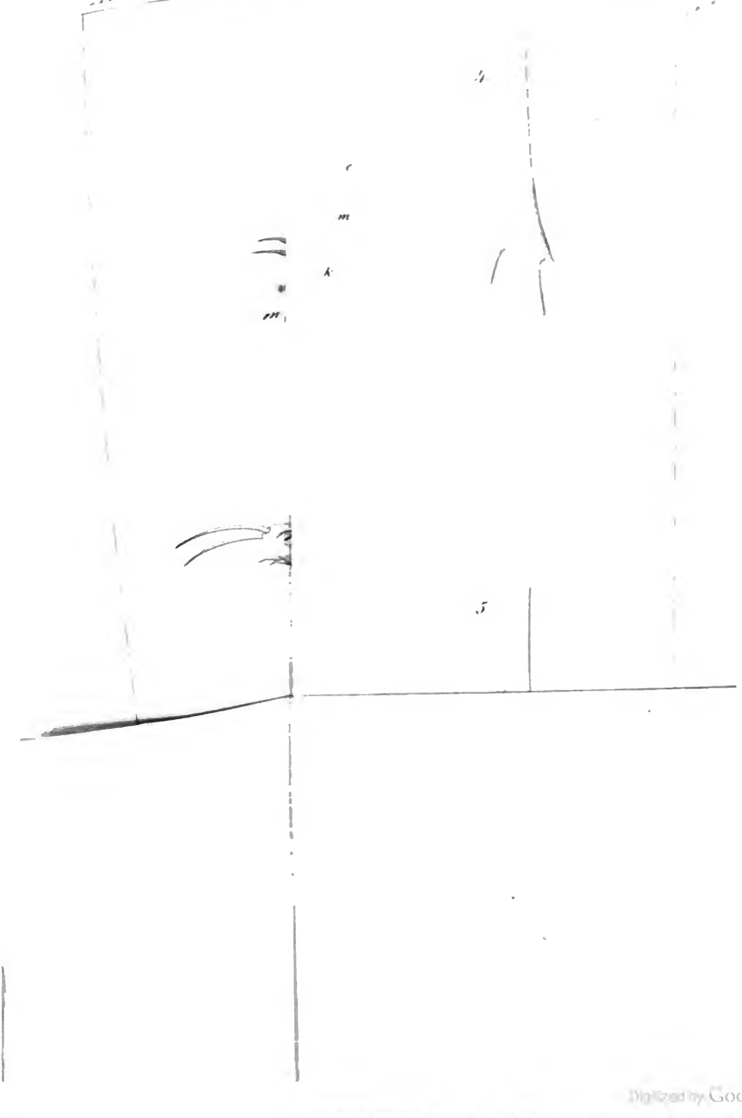
1.



2



del.


4
c
m
k
m
5

8
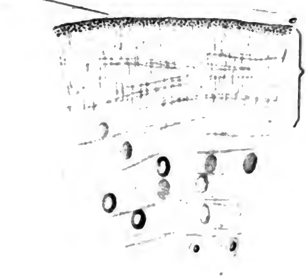


9

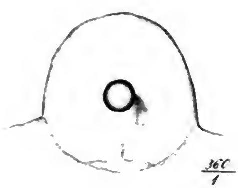


M. Schultze del. Wagner lith.

1.



4.



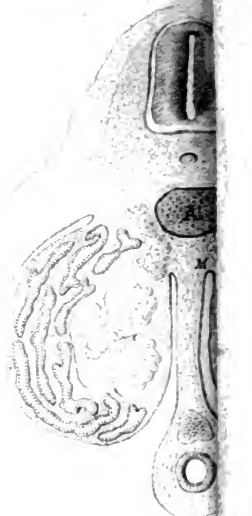
Rindfleisch u. Fritz Müller gez.



hinkele del.

Lith. Anst. v. H. Schenk Halle.

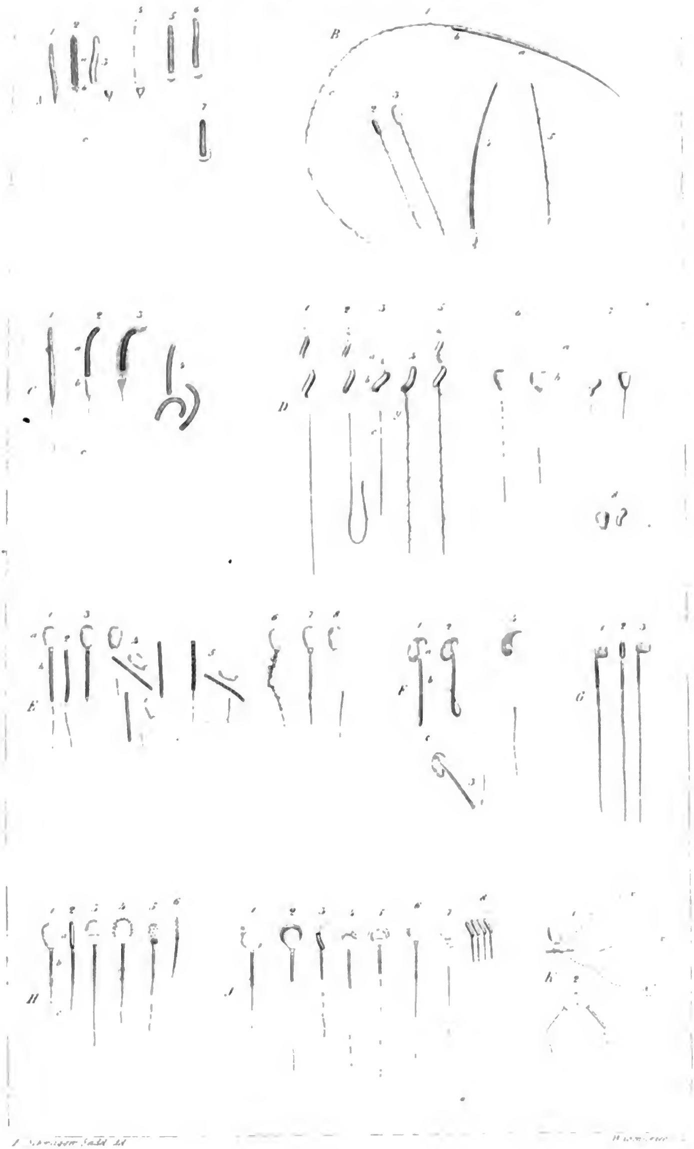
I

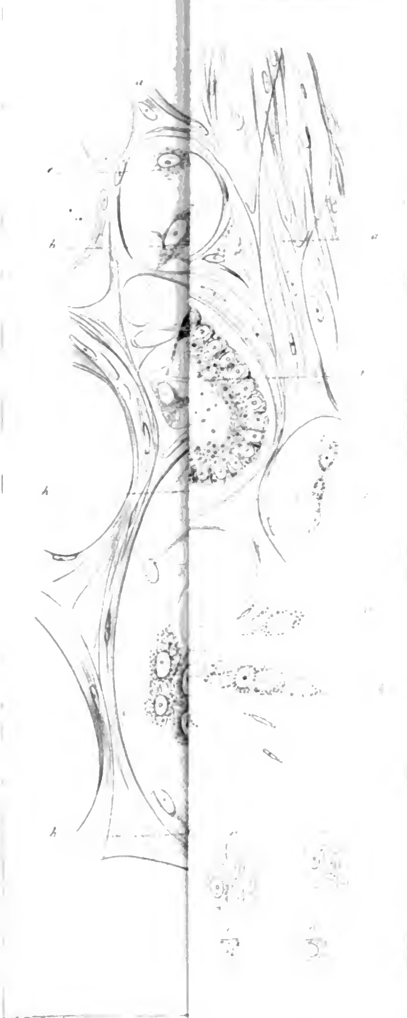


II

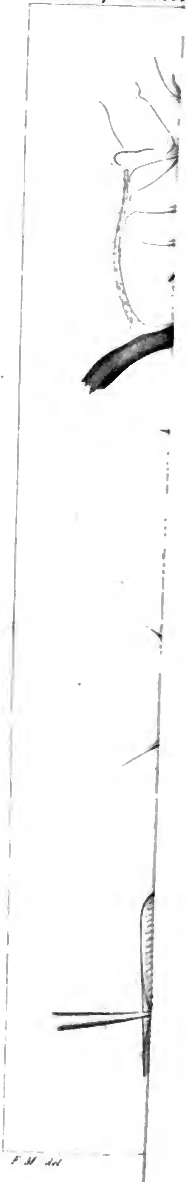


His del

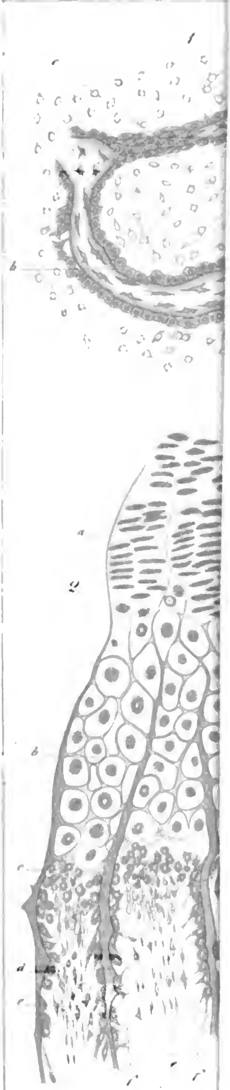




F. E. Schulze del.



F. M. del.



Waldeyer del.



M. Schultze del. Wagenschieber sc.

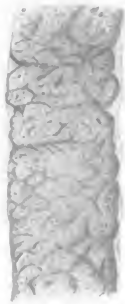
1



3



2



4



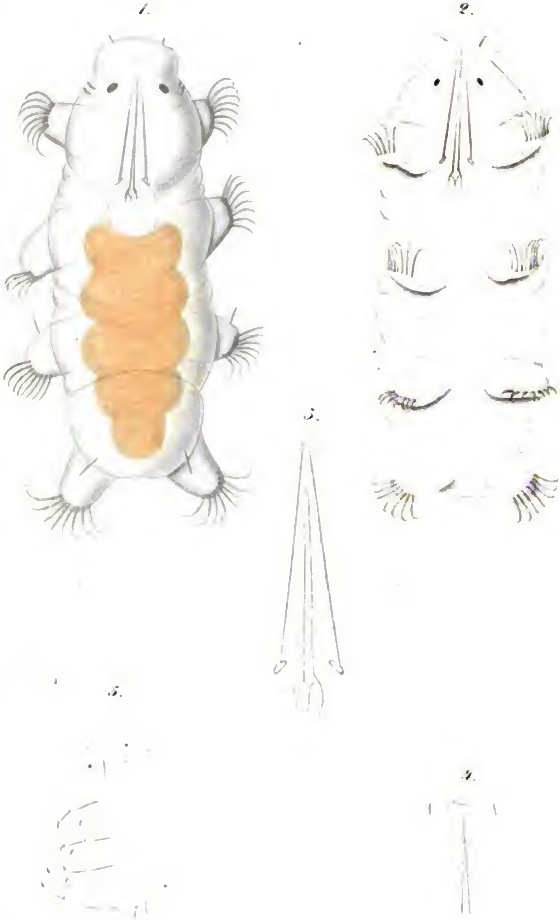
6



5



W. Warnschieber sc.



M. Schultze del.